

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

**Diplomová práce**

Analýza vlivu působení UV záření na kvalitu švů u záchranných padáků  
firmy MARS

An analysis of an ultraviolet radiation influence on the quality of seam  
on MarS company emergency parachute

Kód: 690

Vedoucí DP: Ing. Viera Glombíková, Ph. D.

Konzultant: Ing. Svatoslav Marek, MarS Jevíčko

Počet stran: 63

Počet příloh: 10

Jana Hrbatová, Liberec 2006

## P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 15. května 2006

.....

Podpis

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat paní Ing. Viře Glombíkové, Ph. D. za odborné vedení a podnětné připomínky při zpracovávání diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Svatoslavu Markovi a společnosti MarS Jevíčko za pomoc při formování této práce, poskytnuté materiály a informace. V neposlední řadě děkuji také paní Ing. Dagmar Růžičkové z Katedry oděvnictví a paní Anně Krbcové ze společnosti KRAS Chornice, s jejichž pomocí jsem mohla vykonat experimentální měření této diplomové práce.

V Liberci, dne 15. května 2006

.....

Podpis

## **Resumé**

Analýza vlivu působení UV záření na kvalitu švů u záchranných padáků firmy MarS

Tato práce se zabývá analýzou vlivu UV záření na spoje vrchlíků záchranných padáků. Obsahuje charakteristiku záchranných padáků, materiálů a spojů používaných na výrobu padáků. Uvádí technologii výroby používanou v tuzemsku i nový směr hotovení padáku. Analyzuje vlivy působící na parašutistu při seskoku, zejména účinek dynamického rázu. Dále popisuje vliv klimatických podmínek na textilie.

Experimentálně ověřuje pevnosti materiálů a švů vrchlíků. Sleduje pevnost materiálů a švů po vystavení vlivu ultrafialového záření. Uvádí nový způsob spojování vrchlíků padáků, konkrétně zjednodušené provedení zámkového švu. Takto zhotovený šev prokazuje srovnatelné vlastnosti jako šev ušitý klasickou technologií. Zavedením této technologie do výroby by došlo k časové i materiálové úspoře, čímž by se zefektivnila produkce.

## **Summary**

An analysis of an ultraviolet radiation influence on the quality of seam on MarS company emergency parachute

The diploma thesis deals with analyses of ultraviolet radiation influence on parachute canopy seams. This work includes characteristic of emergency parachutes, material and seams used in parachute production and presents new technological method of manufacturing parachutes. Work also analyses the influence on parachutists during a parachute jump, particularly impact of current surge and influence of climatic conditions on textiles.

The thesis experimentally verifies strength in tension on seams of parachutes canopy and watch material and seam solidity after influence of ultraviolet radiation. The Work introduces new way of canopy mating, especially simplified variant of lock seam. This seam proves same features like a seam made by standard technology. Launching this technology into common manufacturing could cause time and material savings which would help to produce in more effective way.

## **Klíčová slova**

- Záchranný padák
- Textilní materiály
- Druhy spojů
- Dynamický náraz
- Klimatické podmínky
- Ultrafialové záření
- Pevnost textilií
- Pevnost zámkového švu

## **Keyword**

- Emergency parachute
- Textile materials
- Kinds of seams
- Dynamic impact
- Climatic conditions
- Ultraviolet radiation
- Solidity of textiles
- Solidity of locking seam

## Obsah

1	Úvod.....	11
2	Charakterizace padáků, použité materiály, švy .....	14
2.1	Typy padáků .....	14
2.2	Záchranný padák.....	17
2.3	Funkce padáku .....	19
2.3.1	Materiály použité na výrobu padáků .....	20
2.3.2	Druhy spojů vrchlíků padáků.....	21
2.4	Nový typ technologie výroby padáků – Atair Aerospace.....	21
3	Zatížení švů záchranných padáků v „akci“ .....	23
3.1	Vlivy působící na parašutistu.....	23
3.1.1	Volný pád.....	23
3.1.2	Dynamický náraz .....	25
3.1.3	Odpor vzduchu.....	26
3.1.4	Vlivy působící na parašutistu s otevřeným padákem.....	28
3.2	Vliv působení klimatických podmínek na textilie .....	29
3.2.1	Vliv světla, kyslíku, povětrnosti .....	29
3.2.2	Povětrnostní vlivy .....	30
3.2.3	Fotolytická degradace .....	30
3.2.4	Degradace polymerů .....	31
3.2.5	Vliv vlhkosti a obsahu vody .....	32
3.2.6	Fotochemická degradace vybarvených textilních vláken .....	32
3.2.7	Vliv teploty na degradaci textilních vláken .....	33
3.2.8	Biologická degradace textilních vláken .....	34
3.2.9	Skladování .....	35
3.3	Ultrafialové záření .....	36
4	Experimentální část.....	39
4.1	Stanovení změn užitných vlastností na zařízení UVCON .....	39
4.2	Stanovení pevnostních změn dynamometrem .....	41
4.3	Postup zkoušek .....	43
4.3.1	Základní pevnosti textilií .....	43
4.3.2	Pevnosti textilií po vystavení vzorků v zařízení UVCON .....	45

4.3.3	Základní pevnosti švů .....	51
4.3.4	Pevnosti švů po vystavení vzorků v zařízení UVCON .....	52
5	Výsledky měření .....	53
5.1	Shrnutí výsledků měření textilie .....	54
5.2	Shrnutí výsledků měření pevnosti švů .....	56
5.3	Shrnutí výsledků měření tažnosti švů .....	57
5.4	Procentuální vyjádření poklesu pevnosti a tažnosti textilie a švů .....	58
5.5	Doporučení .....	59
6	Závěr .....	60
7	Použitá literatura .....	61
8	Seznam obrázků .....	62
9	Seznam tabulek .....	62
10	Seznam grafů .....	63
11	Seznam příloh .....	63

## Seznam použitých symbolů

A	- výsledná hodnota
a	- zrychlení [ $\text{m.s}^{-2}$ ]
$\bar{a}$	- střední hodnota (průměr)
CON	- kondenzace
$C_x$	- koeficient odporu
dtex	- jednotka jemnosti příze
eV	- jednotka energie fotonů, $1 \text{ eV} = 1,602\,176\,53\,(14) \times 10^{-19} \text{ J}$
F	- síla [N]
G	- tíha tělesa [N]
g	- gravitační zrychlení, $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$
k	- koeficient propustnosti atmosféry
m	- hmotnost [kg]
nm	- jednotka vlnové délky, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
o	- osnova
PA	- polyamid
Q	- odpor vzduchu [N]
$R_g$	- globální záření nm
$R_s$	- solární konstanta $\text{W.m}^{-2}$
S	- čelní odporová plocha tělesa [ $\text{m}^2$ ]
s	- směrodatná odchylka
tex	- jednotka jemnosti příze
ú	- útek
UV	- ultrafialové záření [nm]
v	- rychlost pohybu v [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
$V_{kr}$	- kritická rychlost [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
$V_{sum}$	- výsledná rychlost a směr pohybu parašutisty [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
$V_x$	- horizontální rychlost [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
$V_y$	- vertikální rychlost [ $\text{m.s}^{-1}$ ]
$\alpha$	- úhel výšky Slunce nad obzorem
$\alpha$	- úhel letu parašutisty vzhledem k horizontu
$\alpha'$	- úhel naklonění plochy směrem k jihu



$\beta$	- azimut Slunce (jih = 180°)
$\varepsilon$	- deformace [%]
$\varsigma$	- měrná hustota vzduchu [kg/ m <sup>3</sup> ]
$\lambda$	- vlnová délka
$\Delta a_n$	- směrodatná odchylka
$\overline{\Delta a}$	- chyba průměru
$\overline{x}$	- střední hodnota (průměr)

# 1 Úvod

Tato práce navazuje na bakalářskou práci s názvem: Analýza spojů padákových výrobků. V této práci byl navržen nový způsob spojování jednotlivých dílů vrchlíku padáku změnou sledu technologických operací. Záměrem nyní je, použít dosažených výsledků k rozšíření a upřesnění stávajících skutečností. Jedná se o vliv ultrafialového záření na pevnostní kvalitu spoje, u něhož je použita již zmíněná nová technologie výroby a její srovnání s technologií standardní.

## Historie padáku

Padák byl vynalézán po mnohá staletí. Tento proces byl urychlován snahou o záchranu lidských životů při různých pádech z výšky a vývoj padákové techniky šel ruku v ruce s technologickou vyspělostí a kvalitou materiálů.

První zobrazení padáku je možné nalézt ve skicách Leonarda da Vinci z roku 1514, z něhož vyplývá, že bylo možné s tímto padákem seskočit z hořící budovy. Pokud je však známo, zůstalo pouze u této skici. O století později byl proveden první seskok padákem. Ital Fausto Veranzino skočil z věže v Benátkách s padákem, který měl ušitý vrchlík z hrubého plátna a jež nazýval „brzdič pádu“. Z této doby však ještě nemáme důkazy o pravdivosti tohoto tvrzení.

V minulosti byla potřeba padáků velmi malá. Snad při požárech výškových stavení a vždy pouze pro záchranu vlastního života. V této souvislosti to byl Louis Sebastien Lenormand, který na padáku své vlastní konstrukce, pro nějž objevuje název „parachute“, v roce 1783 úspěšně seskočil z věže pařížské observatoře.

V 18. století díky rozvoji balónů a poté v 19. a 20. století rychlým rozvojem leteckého průmyslu se situace značně mění. Průmyslové materiály a rukodělná dovednost byly již na dostatečné úrovni. Padák se stal prostředkem, jak se zachránit z protrženého balónu, či z letu neschopného letadla.

Dokumentaci o opravdu provedených skocích máme až od konce 18. století. Prvním parašutistou, jehož skok je zdokumentován, je Pařížan André Jacques Garnerin, který roku 1797 provedl seskok z balónu z výšky 650m. Zabýval se problémem proudění vzduchu pod vrchlíkem padáku, který způsoboval nežádoucí oscilaci, tzn. výkyvy vrchlíku do stran. Přišel na to, že když vyřízne malý otvor v zadní

straně vrchlíku, umožní tak proudícímu vzduchu neustálé odtékání a tím získal padák stabilitu a zanikla tak jeho oscilace. Tento pólový otvor se stal neodmyslitelnou součástí budoucích kruhových padáků.

Rozvoj parašutismu se urychlil až na začátku 20. století vývojem letadel. Během 1. světové války začali politici a vojenští vůdcové několika národů světa přemýšlet o padácích jako o prostředku záchrany svých vojenských pilotů. Do povědomí veřejnosti vstoupil parašutismus až teprve při ukázkách seskoků padákem na leteckých přehlídkách a stal se tak okamžitě hitem.

Jednou z největších hvězd všech air - show té doby byla Georgia Thompson (Tiny) Broadwick. Její 1100 seskoková kariéra začala roku 1908 v jejích 15 letech. První seskok provedla z balónu nad Raleigh v Severní Karolíně. Tiny se také stala první parašutistkou, která seskočila z letadla a prvním člověkem, který okusil krásu volného pádu. Všichni dřívější parašutisté totiž používali k seskokům z letadla nebo balónů výtažné lano, které otevřelo jejich padák tím, že parašutista seskočil z létacího stroje. Výtažné lano však zůstalo po odskoku podél trupu letadla a mohlo způsobit svou přítomností obtížné ovládání zaplacením do nedokonalých ocasních ploch letadla. V roce 1914 se Tiny jen o vlas vyhnula sérii vážných nehod, kdy výtažné lano ohrožovalo let letadla během její ukázky možností parašutismu v americké vládě. Po těchto zkušenostech se objevila nutnost umožnit parašutistům zpožděné otevírání padáku, které je výhradně na vůli padajícího člověka. Aby zajistila, že se jí tato nehoda již nemůže přihodit, odstranila výtažné lano, které otevírá padák a nahradila ho ručním uvolňovačem. Teprve zatáhnutím za uvolňovač se padák otevírá. Tiny před otevřením svého padáku padala volným pádem. O volný pád se další parašutisté pokusili až o pět let později.

Nejdelší volný pád byl proveden nad Tularosou v Novém Mexiku. Dne 16. srpna 1960 opustil kapitán U.S.A.F. Joseph W. Kittinger horkovzdušný balón ve výšce bezmála 35km a dosáhl tak 4 min 38 s dlouhého volného pádu. Padák otevřel ve výšce 6km. Poručík Harold R. Harris jako první použil svůj padák za nouzové situace při letu letadlem ve výšce 700m. Padák ale otevřel až ve výšce 100m, protože v šoku nemohl najít uvolňovač. Je zajímavé podotknout, že kdyby Harris otevřel svůj padák jen o 2 sekundy později, tragicky by zahynul. Tím by se padák v letadle v případě nebezpečí považoval za neúčinný a jeho používání a rozvoj by bylo odloženo na několik dalších let.

Další vývoj je určován vynálezem klouzavého padáku, který postupně nahrazuje kruhové padáky. Jeho výhody jsou ve větší spolehlivosti a lepší ovladatelnosti. Jeho konstrukce využívá laminárního profilu a přistává se s ním vždy proti větru. [10]

### **Vývoj padáku v tuzemsku**

Padáková technika je, vzhledem k povaze použití, velice náročným odvětvím výroby technické konfekce. Tradice výroby československých padákových výrobků se datuje z 50. let minulého století. Tehdy v naší republice zkonstruoval první padák VJ-1/47 por. V. Maděra na základě britského X Parachute. Sériovou výrobou byla pověřena firma PAK. Jednalo se o padák s klasickým kruhovým vrchlíkem o ploše  $63\text{m}^2$  a vertikální rychlost klesání při zátěži nepřekračovala  $5\text{m.s}^{-1}$ . Od roku 1952 byly padáky VJ-1 nahrazovány sovětskými PDR-41 a PD-47. V této době se v KRASU n. p. Brno, závod Chornice zavedla licenční výroba těchto sovětských padáků. Padák PD-47 měl vrchlík téměř čtvercového tvaru se skosenými rohy o ploše  $72\text{m}^2$  a technický popis udává maximální rychlost klesání při největší povolené zátěži  $120\text{kg}$   $5,2\text{m.s}^{-1}$ . KRAS postupně začíná vyvíjet vlastní padáky. V konstrukci i technologii se však vychází z léty prověřených zkušeností ruských padáků, jejichž kvalita byla ověřena zejména za II. světové války.

## 2 Charakterizace padáků, použité materiály, švy

### 2.1 Typy padáků

Padák se dělí dle účelu použití do několika skupin. V této části jsou uvedeny vybrané skupiny padáků pro něž jsou použity různé tvary vrchlíku padáku.

#### Vrchlík padáku

Část padáku skládající se z tkaniny vytvářející hlavní odporovou nebo vztlakovou plochu, z kostry lemavek tvořících tvar vrchlíku a z nosných šňůr natažených k jednomu či více vzájemně se sbíhajícím bodům.

- **Padák výsadkový/ hlavní**

Padák, který používá výsadkář pro předem uvážený seskok nad určenou oblastí.

#### Vrchlík typu „Křídlo“

Padák, který má vrchlík ve tvaru křídla. Vrchlík tvoří vrchní a spodní tkanina rozdělená přepážkami/ žebry na komory, vpředu otevřené a vzadu sešité do odtokové hrany.



Obr. 1 Vrchlík typu „křídlo“

(obr. převzat ze stránek <http://www.marsjev.cz/>)

- **Padák tandemový**

Souprava, která je používána pro seskok dvou osob na jednom padáku a k tomu účelu má v tandemu spojené dva nosné postroje.

**Vrchlík typu „Křídlo“**



Obr. 2 Tandemový padák

(obr. převzat ze stránek <http://www.marsjev.cz/>)

- **Padák záchranný – pilotní/ záložní**

Specifikace padáků na str. 17

**Vrchlík kruhový**

Vrchlík polokulového tvaru se středovým otvorem (pólový otvor), skládající se z určitého počtu klínových polí.

Nebo **Vrchlík typu „Křídlo“**



Obr. 3 Vrchlík kruhový

(obr. převzat ze stránek <http://www.stratos07.cz/>)

- **Padák brzdící**

Padák používaný ke zkrácení délky dojezdu letadla po přistání, nebo padák používaný za letu ke zlepšení letových vlastností letounu během standardního přistávacího manévru a při přiblížování v mezních povětrnostních podmínkách. Speciální brzdící padák se používá také na bomby.

**Vrchlík křížový**

Vrchlík zhotovený ve tvaru symetrického kříže.



Obr. 4 Brzdící padák

(obr. převzat ze stránek <http://www.marsjev.cz/>)

- **Padák nákladní**

Padák určený ke shozu nákladu z letadla za letu.

**Vrchlík křížový**

- **Padák výtažný**

Padák používaný k vytažení hlavního padáku z obalu, k urychlení jeho rozvinutí.

**Vrchlík kruhový**

- **Stabilizační padák**

Padák, který je určený ke stabilizaci výsadkáře, sedačky pilota nebo nákladu při pohybu vzduchem.

**Vrchlík kruhový**

## 2.2 Záchranný padák

- **Pilotní** - je určen k záchraně pilotů bezmotorových a motorových letadel
- **Záložní** - je určen k použití v případě selhání hlavního padáku
  - vrchlík kruhového tvaru nebo typu „křídlo“
  - plocha vrchlíku je u kruhového padáku přibližně 40m<sup>2</sup>, u padáku typu „křídlo“ 20m<sup>2</sup>
  - padák se vyrábí ve verzi prsní, zádové a sedové

### Padák prsní

Padák navržený k upevnění na prsa výsadkáře (pilota, palubního technika).

### Padák zádový

Padák navržený k upevnění na záda výsadkáře (pilota, palubního technika).



Obr. 5 Zádová verze padáku

(obr. převzat ze stránek <http://www.marsjev.cz/>)

### Padák sedový

Padák umístěný v sedové části sedačky pilota. [6]



## **Nejdůležitější požadavky pro záchranný systém**

- spolehlivost
- rychlost otevření
- stabilita
- rychlost klesání
- ovladatelnost

### **Spolehlivost**

- vysoká spolehlivost je nejdůležitějším parametrem každého záchranného systému
- ovlivňuje ji jak výrobce tak uživatel
- výrobce může výběrem vhodné kombinace tvaru, technologie a použitím osvědčených kvalitních materiálů ovlivnit bezchybnost celého systému
- uživatel by měl dbát na provádění pravidelných prohlídek a přebalování záložního padáku s dodržováním všech důležitých instrukcí uvedených v uživatelské příručce

### **Rychlost otevření**

- rozdíly času nutného pro naplnění jsou u jednotlivých konstrukcí a velikostí výrazně rozdílné

### **Stabilita**

- konstrukce padáku - typ vrchlíku a délka šňůr jsou činitele ovlivňující stabilitu padáku

### **Rychlost klesání**

- parametr udávající, jakou rychlostí parašutista klesá k zemi
- rychlost klesání se u dnešních moderních padáků pohybuje od  $4 - 6 \text{ m.s}^{-1}$
- rychlost klesání ovšem není nejdůležitějším parametrem při rozhodování, jak velkou plochu padáku vybrat
- čím je větší plocha padáku, tím více se prodlužuje doba úplného nafouknutí padáku, což je v případě nouze negativním faktorem [13] [14]

## 2.3 Funkce padáku

V nouzové situaci uvede pilot padák do činnosti vytažením uvolňovače z kapsy umístěné na levé straně nosného postroje ve výšce prsou. Vytažením uvolňovače směrem od prsou k pasu pilota dojde k vytržení jehel uvolňovače z oček balící šňůry, uvolní se chlopně obalu padáku, výtažný padák se vymrští do proudu vzduchu a vytáhne z obalu padáku vrchlík se šňůrami. Šňůry se uvolní z kupónových kroužků uzavírací chlopně, napnou se a vrchlík se naplní vzduchem. Zcela naplněný vrchlík zabezpečuje klidné snášení a bezpečné přistání. [9]



Obr. 5 Otevření záložního padáku a následné odhození hlavního padáku  
(obr. převzat ze stránek [http://www.kitesurfing.cz/foto\\_wayrichly.php](http://www.kitesurfing.cz/foto_wayrichly.php))

### 2.3.1 Materiály použité na výrobu padáků

Pro padákové výrobky se používají tkaniny ze syntetického hedvábí. Jedná se o nekonečné multifilní vlákno z polyamidu, konkrétně PA 6 a PA 6.6. Tkanina je opatřena speciální protizátrhovou mřížkou. Mřížka je tvořena z asi 2x silnějších nití, což zabraňuje při případném natržení tkaniny jejímu dalšímu trhání.

#### Vlastnosti PA 6/ PA 6.6

Navlhavost :	PA 6	PA 6.6
	4,5%	3,8 %
Vliv teploty:	PA 6	PA 6.6
Pokles pevnosti:	90 – 100°C	150°C – žloutne
Teplota žehlení:	160°C	180 – 200°C
Teplota měknutí:	170°C – destrukce molekul	235°C

Přednosti PA vláken:

- dobrá mechanická odolnost proti opakovanému namáhání
- vysoká pružnost
- odolnost v oděru
- nízká měrná hmotnost a navlhavost.

Negativní vlastnosti:

- malá odolnost vůči zvýšeným teplotám, slunečnímu záření
- bez použití speciálních úprav vznik antistatického náboje [1] [4]

Materiály používané pro výrobu padáku musí standardně dosahovat velmi vysoké kvality. Všechny produkty – tkaniny, popruhy a nitě jsou v souladu s normami ČSN Třída 80.

### **2.3.2 Druhy spojů vrchlíků padáků**

K šití vrchlíků padáků se používá přeplátovaný šev třídy 2.04.03, tzv. „zámkový šev“. Šev je oboulícni. Švové záložky jsou tak začištěny a nedochází ke třepení materiálu, které by bylo v tomto případě velmi nežádoucí. Na zámkový šev se v další operaci dvoujehlovým šicím strojem našívá polyamidová lemovka, aby se docílilo ještě většího zpevnění. Počet stehů na jednotku délky činí  $26 \pm 2 / 100\text{mm}$ .

Zámkový šev je standardně používán pro šití vrchlíku. V současné době dochází k testování nových způsobů spojování materiálů, avšak tato aktivita je velmi časově náročná z důvodu zvýšené náročnosti vypracování padákových výrobků a následně zaručením jejich funkčnosti.

## **2.4 Nový typ technologie výroby padáků – Atair Aerospace**

Firma Atair Aerospace představila nový typ materiálu používaný pro výrobu výkonných typů padáků, označenou jako Composite textiles. Jde o sendvičový materiál, kdy se na základní tenkou polymerovou vrstvu nanáší jednotlivá uhlíková vlákna a vše se spojí za vysoké teploty a tlaku. Výsledkem je jedinečný materiál, dosud užívaný především v rámci military programu této firmy, který má o 300% větší pevnost, o 600% menší pružnost a je 68% lehčí než užívaný nylon. Materiál dovoluje lepší obtékání tvaru vrchlíku padáku, je odolný proti UV záření, plísním a je nepromokavý. Při dotyku nejvíc připomíná „ubrousek“, není pórovitý a je takřka průhledný.

Další zajímavostí je technologický způsob výroby vrchlíku, kdy se jednotlivé díly k sobě lepí a poté jen jednou prošíjí bez specifického zakládání materiálu. Odpadá i tradiční zpevnění švu lemovkou.

V rámci testů byl vrchlík Onyx 95 (Obr. 6) ušitý z Composite textiles zatížen v rozsahu 250 – 350kg a absolvoval 250 seskoků při vysokých vysazovacích rychlostech na okamžité otevření. Materiál vykazoval drobné poškození jen v místech prošití, kdy v některých místech byly otvory po jehle více protaženy.

Materiál nabízí vícenásobné možnosti spojování formou šití, svařování ultrazvukem, nebo chemickou vazbou použitím lepidel. V současné době je tato nová technologie ve fázi zkoušek způsobilosti. [15]



Obr. 6 Padák Onyx z Composite textiles



Obr. 7 Standardní padák Onyx

(obr. převzaty ze stránek <http://www.atairaerospace.com/parachutes/composite/>)

### 3 Zatížení švů záchranných padáků v „akci“

#### 3.1 Vlivy působící na parašutistu

##### 3.1.1 Volný pád

##### **Volný pád parašutisty ve vzduchu z upoutaného balónu**

Volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb s konstantním tíhovým zrychlením. Hmotnost parašutisty (uváděna včetně padáků a výstroje) nelze v průběhu pádu měnit. Postupně se ale mění hustota vzduchu. S přibližováním se k zemi hustota vzduchu stoupá a tím se snižuje kritická rychlost  $V_{kr}$ .

Při běžných seskocích z výšek do 2000m se bude průměrná hodnota kritické rychlosti pohybovat kolem  $50\text{m.s}^{-1}$ . Ve výšce 7-8km to je již  $80\text{m.s}^{-1}$  a při seskoku z výše 12-13km dosáhne tělo parašutisty kritické rychlosti  $100\text{m.s}^{-1}$ .

Výsadkář může zvětšit nebo zmenšit odporovou plochu těla vysunutím nebo stažením rukou a nohou. Může přejít do střemhlavé polohy, ve které je odporová plocha těla mnohem menší a tak urychlit volný pád.

##### **Seskok z vodorovně letícího letounu**

Letadlo letí určitou dopřednou rychlostí. Okamžitě po výskoku se začne parašutista pohybovat ve dvou směrech. Kolmo dolů vlivem působení síly  $G$ , tj. jeho tíhy, a horizontálně ve směru letu vlivem setrvačnosti, získané dopřednou rychlostí letounu.

Geometrický součet horizontální rychlosti  $V_x$  a vertikální rychlosti  $V_y$  dává výslednou rychlost a směr pohybu parašutisty  $V_{sum}$  v daném okamžiku.

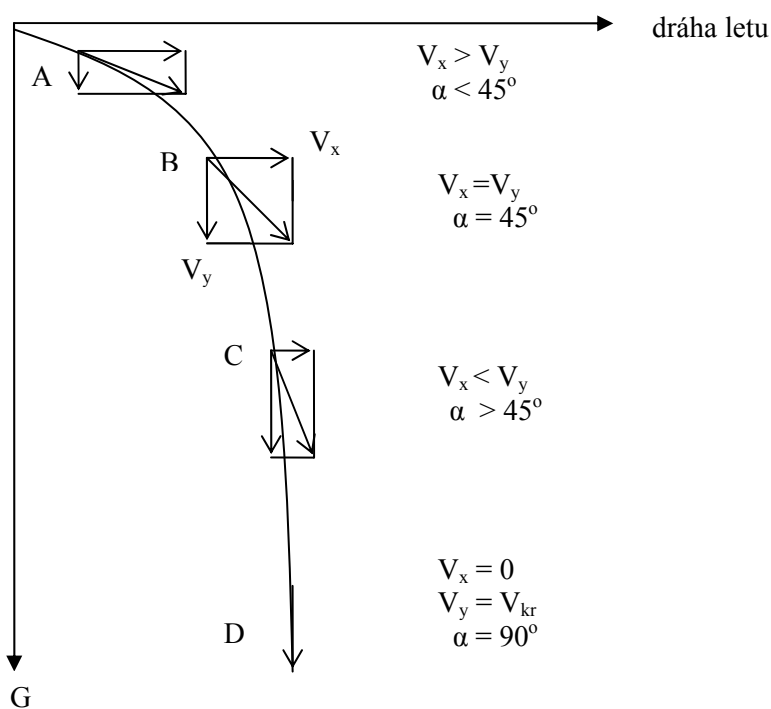
V první fázi pádu je horizontální složka  $V_x$  větší než vertikální složka  $V_y$ , výsledný směr svírá s horizontem úhel menší než  $45^\circ$ .

Ve druhé fázi se postupně snižuje rychlost  $V_x$  a zvyšuje rychlost  $V_y$  vlivem silného brzdění vstřícným proudem vzduchu klesá horizontální rychlost rychleji než vzrůstá vertikální rychlost volného pádu. V jednom jediném okamžiku se obě složky vyrovnají (bod B). V této chvíli je výsledná rychlost

nejmenší a výslednice pohybu svírá s horizontem úhel  $45^\circ$ . je to nejvýhodnější okamžik pro otevření padáku. V této chvíli je nejméně namáhán jak materiál padáku, tak tělo parašutisty.

V další fázi seskoku rychle klesá horizontální rychlost a prudce se zvyšuje rychlost vertikální. Výslednice pohybu svírá s horizontem úhel větší než  $45^\circ$  a proud vzduchu naráží na tělo parašutisty téměř kolmo zdola.

Konečně v 11. až 12. sekundě volného pádu ( při seskocích z větších výšek později) mizí složka  $V_x$  úplně. Vertikální rychlost se vyrovnává na rychlost kritickou a parašutista začíná padat kolmo dolů. Dráha volného pádu v ovzduší není tedy parabola ale balistická křivka. [5]



$\alpha$  - označuje úhel letu parašutisty vzhledem k horizontu

Obr. 8 Dráha volného pádu parašutisty při seskoku z letadla a změny rychlosti volného pádu

### 3.1.2 Dynamický náraz

Při dynamickém nárazu se ve skutečnosti nejedná jen o jeden jediný okamžik nárazu. Jde o přetížení, které vzniká v důsledku prudkého odbrzdění rychlosti volného pádu na rychlost klesání v průběhu otvírání padáku. Dynamický náraz začíná po vytržení uvolňovače a odskoku výtažného padáčku a končí úplným naplněním vrchlíku.

Hodnota přetížení závisí na rozdílu rychlosti před a po otevření padáku. Dále potom na době, po kterou trvá otevření padáku. Přetížení bude tím větší, čím větší bude rozdíl obou rychlostí ( při otevření ve větších výškách, kde je kritická rychlost vyšší, je přetížení větší) a čím kratší bude doba otevření padáku. Proto je dynamický náraz zpravidla silnější při otevření malého záchranného padáku, který se naplní velmi rychle, než při otevření velkého hlavního padáku.

V závislosti na uvedených faktorech dosahuje přetížení při otvírání padáku hodnoty 2-4G při otvírání hlavního padáku. Při otvírání záchranného padáku může dojít k přetížení 5 – 6G. V extrémních podmínkách však může být mnohem vyšší. Fyziologicky přípustné je přetížení v krajní mezi 16G. Vrchlíky záložních padáků jsou testovány při zatížení do cca 10G.

Dynamický náraz je možno zmírnit odbrzděním rychlosti volného pádu (přechodem ze střemhlavé do široké prsní polohy) a prodloužením doby otvírání padáku ( vložením stabilizátoru, apod.). Rychlost volného pádu se pohybuje kolem 260km/hod ve střemhlavé poloze a kolem 190km/hod v prsní poloze. Nejvyšší u nás naměřenou rychlostí volného pádu je přibližně 400km/hod ve střemhlavém pádu.

Je třeba si uvědomit, že padák začíná klesat normální rychlostí teprve asi sekundu po úplném naplnění. [2]

Síla, která působí volný pád tělesa je jeho tíha neboli tíhová síla, kterou působí Země na těleso. Dosadíme-li do vzorce zákona síly  $F = m \cdot a$ , za  $F = G$  (tíha tělesa), za  $a = g$  (tíhové zrychlení), dostaneme vzorec pro výpočet tíhy tělesa  $G = m \cdot g$ . Z toho tedy vyplývá, že zatížení např. 3G má za následek 3 násobné navýšení původní tíhy parašutisty.



### 3.1.3 *Odpor vzduchu*

Vzduch působí na každé pohybující se těleso silou, která se nazývá odpor vzduchu. Přitom nezáleží na tom, zda se těleso pohybuje v klidném vzduchu, nebo proudí-li vzduch stejnou rychlostí kolem stojícího tělesa.

Odpor vzduchu je dán základním zákonem aerodynamiky. Odpor, který klade vzduch pohybujícímu se tělesu je přímo úměrný hustotě vzduchu, čelní ploše, rychlosti a koeficientu odporu.

$$Q = (\varsigma * V^2 * C_x * S) / 2 \text{ [N]} \dots\dots\dots \text{vzorec pro výpočet odporu vzduchu [5]}$$

Kde: Q..... odpor vzduchu [N],

$\varsigma$ ..... měrná hustota vzduchu [kg/ m<sup>3</sup>],

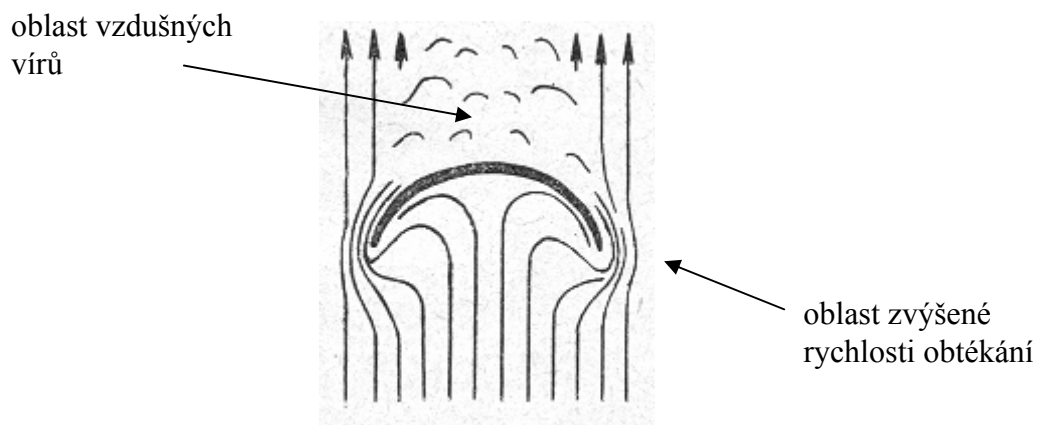
V..... rychlost pohybu v [m.s<sup>-1</sup>],

C<sub>x</sub> ..... koeficient odporu,

S..... čelní odporová plocha tělesa [m<sup>2</sup>]

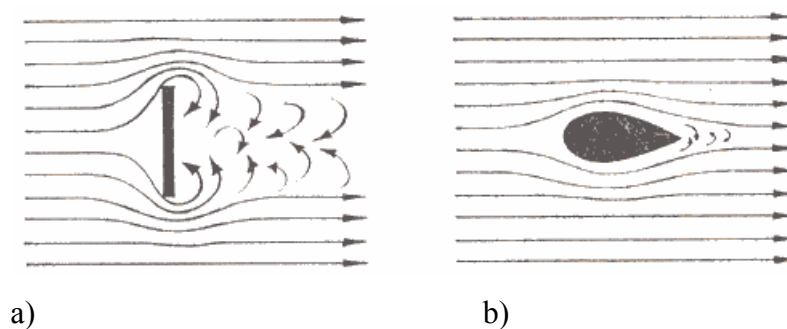
Hustota vzduchu je množství vzduchové hmoty obsažené v jednom metru krychlovém. Za podmínek stanovených tzv. Mezinárodní standardní atmosférou (tlak 760mm Hg, teplota 15 °C) váží 1m<sup>3</sup> vzduchu 1,225kg. Protože se hustota vzduchu rovná podílu hmotnosti 1m<sup>3</sup> a tíhového zrychlení, je měrná hmota vzduchu při zemi 0,125kg.s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>. S přibývajícím výškou se hustota vzduchu zmenšuje. Danou hodnotu odporu je tedy třeba vyhledat v tabulkách.

Čelní odporová plocha tělesa je dána průmětem tělesa na rovinu kolmou na směr proudění vzduchu. Přesné zjištění velikosti čelní odporové plochy je velmi nesnadné. Hodnota závisí na úhlu, pod kterým proud vzduchu nabíhá na těleso parašutisty nebo vrchlík padáku, na míře vytažení nebo stažení končetin, na vzrůstu skokana, na velikosti a tvaru vrchlíku. Při výpočtu hodnoty odporu vzduchu pro tělo parašutisty se počítá s odporovou plochou asi 0,5m<sup>2</sup>.



Obr. 9 Obtékání kruhového vrchlíku padáku

Koeficient odporu je hodnota, která charakterizuje kvalitu obtékání tělesa. Ne každý tvar tělesa je dobře obtékán a je aerodynamický. Přesvědčujeme se o tom v aerodynamickém tunelu, kde jsou modely různých těles obtékány proudem vzduchu, zbarveným kouřem. Kouř zvýrazňuje víření, které je tím intenzivnější, čím je těleso méně aerodynamické. Například krychle nebo plochá deska, umístěné kolmo na směr proudění, způsobují silné víření vzduchu. Naproti tomu koule, kužel nebo profil leteckého křídla hladce rozráží vzduch. Víření je minimální a tedy i odpor vzduchu je nízký.



Obr. 10 Obtékání těles

- a) turbulentní obtékání ploché desky
- b) laminární obtékání kapkovitého tělesa

Velikost odporu vzduchu ovlivňuje i kvalita povrchu obtékaného tělesa. Drsné těleso klade daleko větší odpor než těleso s hladkým povrchem.

Koeficient odporu těla parašutisty závisí na poloze těla, na upevnění a tvaru padáku, na materiálu kombinézy apod. V průměru se počítá s  $C_x = 0,8$ . Koeficient odporu u jednotlivých těles se zjišťuje v aerodynamickém tunelu. [5]

### **3.1.4 Vlivy působící na parašutistu s otevřeným padákem**

Po otevření padáku se parašutista pohybuje většinou po dráze, která má podobu křivky a je výslednicí všech sil, které na parašutistu během sestupu působí. Tyto síly můžeme rozdělit do dvou skupin:

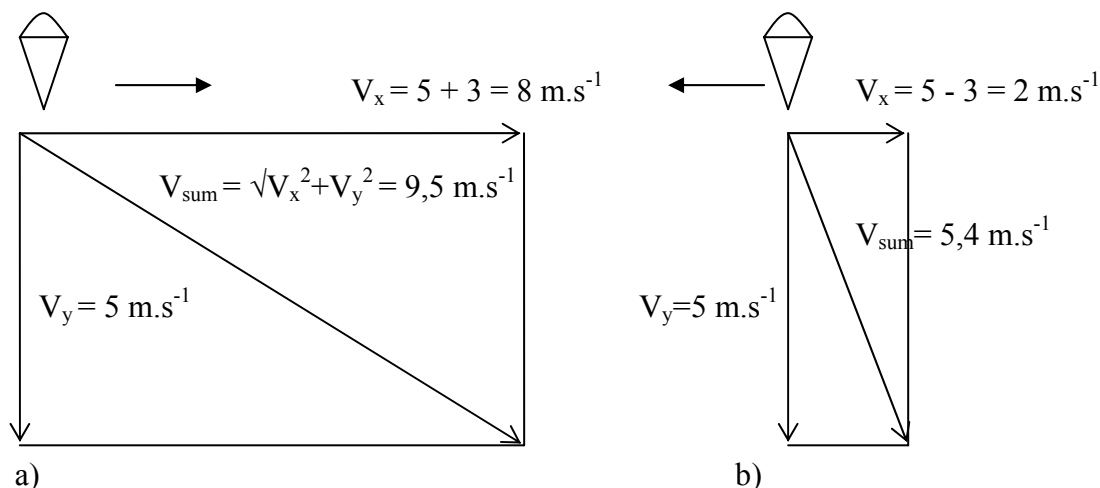
- A) Síly působící ve směru horizontálním: je to především směr a síla větru. Dále potom dopředná rychlost, daná konstrukcí padáku. Parašutista je unášen tím směrem a takovou rychlostí, jakou se pohybuje masa vzduchu, která ho obklopuje.

Konstrukce padáku může udělit parašutistovi určitou dopřednou rychlost, jež je dána reaktivní silou vznikající použitím konstrukčních prvků jako jsou výřezy, hnací šterbiny apod. Natáčením nebo nakláněním vrchlíku mění sportovec směr působení této síly. Výsledný směr a rychlost pohybu jsou dány součtem směru a rychlosti větru a směru a dopředné rychlosti padáku.

- B) Síly působící ve směru vertikálním: je to tíha parašutisty závislá na jeho hmotnosti a odpor vzduchu, daný konstrukcí padáku (odporovou plochou vrchlíku, jeho tvarem, propustností materiálu apod.). Dráhu parašutisty mohou dále ovlivňovat stoupavé a klesavé proudy vzduchu.

Z těchto sil může parašutista ovládat pouze dopřednou rychlost a směr klesání. Částečně může měnit rychlost klesání deformací vrchlíku při řízení nebo skluzu.

[5]



Rychlost větru  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , dopředná rychlost padáku  $3 \text{ m.s}^{-1}$ .

Obr. 11 Rozdíl ve výsledné rychlosti klesání na padáku při otočení

- a) po větru
- b) proti větru

## 3.2 Vliv působení klimatických podmínek na textilie

### 3.2.1 Vliv světla, kyslíku, povětrnosti

Všechny druhy textilních vláken, přírodních i syntetických, podléhají destrukčním vlivům slunečního záření. Poněvadž degradační reakce světlem probíhají většinou za přítomnosti vzdušného kyslíku, vzniká tak současně celá řada vedlejších oxidačních produktů.

Sluneční světlo dopadající na zemi vykazuje široký vlnový rozsah, přičemž za nejškodlivější je pokládána oblast ultrafialového záření o vlnové délce 290 až 400 nm. Přibližné procentuální složení je toto:

- 280 – 315 nm asi 0,4%
- 315 – 400 nm asi 9,1%
- 400 – 800 nm asi 90,5%

Intenzita slunečního záření však závisí na mnoha činitelích. Jde zejména o zeměpisnou šířku, nadmořskou výšku, roční období, denní hodinu, místní atmosférické podmínky apod. Taktéž i doba slunečního svitu v létě je delší než v zimě. Nemalý vliv na degradační procesy má vlhkost a dešťové srážky. V průmyslových oblastech se projevují i vlivy exhalace. Souhrnnému účinku vnějších vlivů ve volné přírodě říkáme potom povětrnostní vlivy.

### **3.2.2 *Povětrnostní vlivy***

Podnebí a počasí značně ovlivňuje užité vlastnosti textilních vláken. K účinku slunečního světla a kyslíku přistupují další veličiny, jako je teplota a vlhkost prostředí, složení okolní atmosféry apod. S výjimkou proměnlivého obsahu UV záření ve slunečním světle v různých ročních obdobích a v různé nadmořské výšce je možno pokládat vliv světla a kyslíku za poměrně konstantní veličiny.

Na degradaci textilních a jiných materiálů má vliv i kolísavé, přerušované a střídavé působení podnebních činitelů. Například fotochemická degradace polymerů vyvolaná jen slunečním zářením bude stejná, dostane-li látka tutéž dávku záření najednou nebo v přerušovaných dávkách.

Naproti tomu při přerušovaném působení velké vlhkosti vzduchu, kdy po každé periodě kritické velké vlhkosti následuje perioda podkritické malé vlhkosti, se materiál částečně zotavuje z předchozího znehodnocení. Proto velikost degradace vyvolané přerušovaným působením velké vlhkosti vzduchu závisí nejen na celkové době trvání její kritické velikosti, ale i na její četnosti a délce přerušení výskytem podkritické velikosti.

### **3.2.3 *Fotolytická degradace***

K fotolytické degradaci textilních vláken, krátce řečeno k fotodegradaci, dochází působením světla, zejména jeho ultrafialové složky, a to i v případě, že jsou vzorky umístěny ve vakuu nebo v inertní atmosféře. Fotodegradace textilních materiálů je způsobována i umělými zdroji, které vyzařují UV záření. Při hodnocení odolnosti textilií proti fotodegradaci se obvykle zaznamenává délka doby slunečního svitu, popř. teplota okolí.

### 3.2.4 *Degradace polymerů*

Degradace polymerů je do určité míry opačný pochod k polymeraci. Při degradaci polymerů dochází k rozrušování kovalentních vazeb, zkracování řetězců, eventuálně k rozrušování sítí polymerů. Tím se snižuje molekulová hmotnost polymerhomologů v polymerech, a mohou se tak radikálně měnit jejich vlastnosti. Mezi příčiny, které vedou k odbourávání makromolekul, počítáme tepelné, chemické a mechanické vlivy, působení světla ultrafialového, rentgenového a korpuskulárního záření, rovněž i záření gama a ultrazvuku. Tyto vlivy, kterým jsou vystaveny polymery při svém provozu, způsobují stárnutí.

#### **Polyamidová vlákna**

V praxi se setkáváme se dvěma typy polyamidových vláken: PA 6 a PA 6.6. K degradaci polyamidů působením světla, a to hlavně ultrafialové části, dochází i tehdy, jsou-li vzorky polyamidových vláken umístěny ve vakuu nebo v inertní atmosféře. Oxidační stárnutí polyamidů se projevuje žloutnutím, snižuje se pevnost v tahu a tažnost. Na procesu degradace se také podílejí přítomné nízkomolekulární nečistoty.

Na základě modelových pokusů provedených s amidy kyselin a  $\epsilon$  kaprolaktamem bylo prokázáno, že k oxidaci dochází hlavně na methylenové skupině sousedící s dusíkem amidické vazby. Aktivační účinek je však malý, a proto oxidace probíhá také na vzdálenějších methylenových skupinách uhlovodíkového článku řetězce polyamidu a reakční produkt obsahuje směs nízkomolekulárních látek. Současně s oxidací může probíhat i hydrolýza na amidické vazbě.

V průběhu oxidace polyamidů zpočátku rychle klesá molekulová hmotnost, v další fázi se pokles zpomalí a s postupující oxidací dochází k zesíťování a zvyšuje se podíl nerozpustného polymeru. Charakteristické povrchové žloutnutí oxidovaného polyamidu je připisováno hlavně přeměnám na koncových skupinách. Oxidace polyamidů má řetězový charakter.

### **3.2.5 Vliv vlhkosti a obsahu vody**

Vysušené vlákno, vystavené účinku vlhkého vzduchu nebo vody, pohlcuje vlhkost nebo vodu až do dosažení rovnovážného stavu. Ve srovnání s přírodními vlákny absorbují polyamidová vlákna 6 a 6.6 za normálních podmínek málo vlhkosti, 4 až 4,5%. Pevnost polyamidu 6 a 6.6 za mokra činí 80 až 90% hodnoty zjišťované za normalizovaných podmínek. Také tažnost vlhkého polyamidu je větší než u suchého vlákna. U polyamidového vlákna 6.6 se tažnost za mokra pohybuje od 5 do 30%.

### **3.2.6 Fotochemická degradace vybarvených textilních vláken**

Vlivem slunečního světla na textilní vlákna vznikají chemické reakce, které zhoršují fyzikální vlastnosti vlákna. Současně se snižuje polymerační stupeň makromolekuly vlákna. Stupeň poškození není u všech vláken stejný. U tkaniny rozhoduje její konstrukce, dostava po osnově a po útku a počet zákrutů osnovních a útkových nití. Fotochemická degradace je také zvýšena barvivem. Vliv barviva je odvislý od druhu vlákna. Účinek ultrafialového a viditelného záření na degradaci barvené a nebarvené bavlny, přírodního a viskóзовého hedvábí, polyamidů a acetátového hedvábí je v nepřítomnosti kyslíku nepatrný. V přítomnosti vzdušného kyslíku se zvyšuje účinek krátkovlnného ultrafialového a viditelného záření na vybarvenou i nevybarvenou bavlnu za přítomnosti vodní páry. Sensibilní vliv barviva je přitom podstatný. U ostatních druhů vláken není vliv přítomnosti vodní páry tak výrazný, ale je podmíněn rozličnými podmínkami, jako teplotou a druhem barviva. Na degradaci acetátu celulosy a polyamidů působí změna vlhkosti obecně méně než na degradaci bavlny nebo přírodního hedvábí. Za podmínek současného vlivu kyslíku, vodní páry a barviva se tvoří peroxid vodíku. V suchém prostředí by nevznikal.

Na polyamidová vlákna působí sensibilačně různá barviva a matovací přípravky. Z barviv urychlují degradaci barviva kyselá, zásaditá a kypová. Kypové barvivo Caledon Gold Orange G například urychluje fotochemické odbourávání polyamidových vláken již při poměrně nízké teplotě. S vyšší teplotou odbourávání roste, avšak vlhkost nemá podstatný vliv u polyamidů na probíhající degradaci.

Úbytek pevnosti polyamidových vláken typu 6.6 vybarvených s Caledon Gold Orange G po ozáření (vysokotlakou rtuťovou lampou  $\lambda > 3,40 \cdot 10^{-7} \text{m}$ ) při relativní vlhkosti 0% a 100% v závislosti na teplotě.

Tab. 1 Degradace vybarveného polyamidového vlákna 6.6 po 150ti hodinách ozáření vysokotlakou rtuťovou lampou při 40°C v prostředí suchého kyslíku.

Vlákno	Ztráta pevnosti v %
Neobarvené	9
Obarvené 1-piperidino-anthrachinonem	10
Obarvené 3-metoxy-benzanthronem	53

### 3.2.7 Vliv teploty na degradaci textilních vláken

Při tepelném rozkladu syntetických vláken na vzduchu probíhají hydrolytické pochody, oxidace vzdušným kyslíkem, krakování a zesíťování. S výjimkou polyakrylonitrilových vláken procházejí syntetická vlákna před intenzivnějším tepelným odbouráním stadiem roztavení. Vznik reakčních produktů je odvislý od druhu vlákna, obsahu vody, prostředí (např. kyslík, dusík, vakuum), teploty a doby zahřívání.

#### Tepelná degradace polyamidů za přítomnosti kyslíku

V přítomnosti kyslíku probíhá destrukce polyamidů již při nižších teplotách. Po dlouhodobém zahřívání na 100°C, tj. poměrně hluboko pod bodem tání polyamidů, po dobu 225 hodin, dochází k poklesu pevnosti. Viskozita roztoku polykapronamidu (polyamid 6) v trikresolu v tomto případě klesá na polovinu původní hodnoty. Při stoupající teplotě je průběh destrukce ještě intenzivnější. Zahříváním na 120°C se barva polykapronamidu mění z původně bílé na žlutou až světle hnědou. Pevnost klesá asi o 30% a tažnost na polovinu výchozí hodnoty.



Význam tepelného zpracování syntetických vláken, zejména ve formě tkanin, v průmyslové praxi neustále roste. Jedním z nejdůležitějších technologických procesů je tzv. fixace, prováděná většinou na fixačních rámech horkým vzduchem. Pro polyamid 6 se používají teploty 170 až 195°C, pro polyamid 6.6 je třeba vyšších teplot, 210 až 240°C. Tkaniny získávají ustálený tvar, avšak současně dochází k určitému snížení pevnosti (která nemá být vyšší než 10%) a velmi často nastává žloutnutí výrobků, což je u některých tkanin zvláště nepříjemné. Jde-li o jemnou polyamidovou tkaninu, může být ztráta pevnosti až 50ti %. Zabarvení polyamidových tkanin do žlutého odstínu může být také způsobeno současným účinkem rozkladových zplodin avivážních prostředků.

### **3.2.8 *Biologická degradace textilních vláken***

Textilní výrobky z nativních a syntetických vláken přicházejí do styku nejen s povětrnostními vlivy za různých vlhkostních podmínek, ale jsou také vystaveny různým klimatickým podmínkám ve vlhkých místnostech při skladování. Za tohoto stavu se mohou uplatnit i mikrobiologické vlivy.

O syntetických vláknech panuje názor, že tato vlákna nejsou napadána mikroorganismy, alespoň ne v tom směru, jak jsme zvyklí posuzovat poškození vláken celulosových keratinových. Mohou však být odbourávána specifickými enzymy, jejichž působení dosud není náležitě objasněno. Biologické odbourání syntetických polymerů je výsledkem působení volných radikálů. Katalytickým vlivem enzymů může být vodík polymeru aktivován a přenesen na reaktivní molekuly.

Vedle přímého napadení pomocí enzymů mohou být syntetická vlákna odbourávána látkami vyměšovanými mikroorganismy. Některé mikroorganismy se však mohou syntetickým vláknům přizpůsobit.

O napadení polyamidu mikroorganismy panují různé názory. Zatímco M. Bomar i ostatní autoři jsou toho názoru, že polyamid není napadán, udává M. Summer několik druhů bakterií, které polyamid 6 i polyamid 6.6 napadají.

### 3.2.9 Skladování

Vliv skladování na pevnost polyamidových vláken sledoval F. Ševčík u polyamidových vláken typu PA 6. Poněvadž zhoršená zpracovatelnost se někdy projevovala pouze u materiálů z některých skladů, byl sledován vliv suchého a vlhkého skladovacího prostředí. U suchého skladu relativní vlhkost nepřestoupila během roku 40%, teplota 21°C, kdežto u vlhkého skladu relativní vlhkost nebyla nikdy menší než 65% a teplota 20°C.

Za dobu 3 let se pevnost a tažnost polyamidových vláken v suchém skladu nezměnila. Ve vlhkém skladu došlo k poklesu pevnosti i tažnosti. Tažnost poklesla dvakrát rychleji než pevnost. Polymerační stupeň poklesl za uvedenou dobu ze 145 na 105. Skladování polyamidových vláken ve vlhkém skladu může být pouze přechodné a trvat velmi krátkou dobu. [3]

#### **Skladování padáku předepsané výrobcem**

Padák se skladuje v regálech, v suché tmavé dobře větrané místnosti. Vzdálenost spodní police od podlahy musí být nejméně 0,15m, vzdálenost regálu od stěn nejméně 0,5m, od topných těles nejméně 1m. Je-li padák uložen ve skladu delší dobu, musí být minimálně jednou za 6 měsíců větrán po dobu min. 24 hodin. Větrání se provádí ve stínu, padák se nevystavuje slunečnímu záření. Do padákového záznamníku se provede zápis o provedeném větrání. V místnostech, kde se skladují padáky, není dovoleno skladovat kovové předměty nepatřící k padákům, oleje, kyseliny, ředidla a jiné agresivní látky. Při dlouhodobém skladování padáku doporučuje výrobce v místnostech pro skladování tyto klimatické podmínky:

- denní teplota +14 až +24°C
- denní relativní vlhkost 35 až 73% [9]

### 3.3 Ultrafialové záření

Ultrafialové záření (zkratka UV, z anglického ultraviolet) je elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší než má viditelné světlo, avšak delší než má rentgenové záření. Tato oblast elektromagnetického spektra se dělí na blízké ultrafialové záření o vlnové délce 400 – 200 nm) a daleké ultrafialové záření (200 – 10 nm), resp. energií fotonů mezi 3,1 a 250 eV (elektronvolty). .

UV záření s vlnovou délkou kratší než 200 nm je silně absorbováno ve vzduchu. Záření UVB je absorbováno v ozonoféře, přičemž vzniká ozón. Z částicového hlediska UV záření přenášejí fotony o energii cca. 3,1 – 125 eV.

Z hlediska biologických účinků UV záření se často používá dělení na spektrální oblasti:

- dlouhovlnné **UVA** pro vlnové délky 400 – 315 nm
- středněvlnné **UVB** pro vlnové délky 315 – 280 nm
- krátkovlnné **UVC** pro vlnové délky kratší než 280 nm – je absorbováno ozónovou vrstvou a na zemský povrch nedopadá

Kromě UVC záření ozón absorbuje i velkou část UVB záření, což znamená, že UV záření na Zemi je tvořeno UVA (90 – 99%) a malou částí UVB (1 – 10%).

### Dopad sluneční energie na Zemi

Sluneční energie je energií elektromagnetického záření. Spektrum slunečního záření lze rozdělit na:

- záření ultrafialové (vlnová délka pod 400 nm)
- záření viditelné (vlnová délka 400 až 750 nm)
- záření infračervené (vlnová délka přes 750 nm)

Viditelné záření tvoří asi 45 % dopadajícího záření, přičemž jeho podíl je vyšší při zatažené obloze (může dosáhnout až 60 %). V rostlinné fyziologii se používá též pojem fotosynteticky aktivní záření, což je záření o vlnových délkách přibližně odpovídajících viditelnému záření (většinou se udává rozsah 380 - 720 nm).

Příkon záření dopadajícího na povrch zemské atmosféry činí  $1\,376\text{ W.m}^{-2}$ . Toto množství se nazývá solární konstanta. Ve skutečnosti není konstantní, neboť oběžná dráha Země kolem Slunce je eliptická, a to způsobuje kolísání ve velikosti solární konstanty přibližně 3 % (asi  $40\text{ W.m}^{-2}$ ). Malé změny solární konstanty jsou též spjaty s cykly sluneční aktivity, ty ale dosahují maximálně desetin procenta.

Část záření je pohlcena atmosférou. Pohlcení se týká ovšem jen některých vlnových délek:

- prakticky celé nejkratší části ultrafialového záření (do vlnové délky 290 nm je pohlceno zcela, od 290 do 320 nm zčásti) - pohlcuje ozónová vrstva
- vybraných vlnových délek infračerveného záření (pohlcení především oxidem uhličitým a vodou)

Ve viditelné oblasti je pohlcení jen částečné a závisí na síle vrstvy atmosféry, kterou musí záření projít. Při stejné výšce slunce nad obzorem se tedy větší pohlcení odehrává v rovníkových oblastech, naopak menší v polárních oblastech a na horách. Pohlcení v polárních oblastech je ovšem zároveň zvětšeno tím, že sluneční paprsky pronikají do atmosféry pod ostrým úhlem a musí tak proniknout delší vrstvou.

Množství prošlého záření udává vztah:

$$R_g = R_s * k^{\text{cosec } \alpha} * \sin \alpha \quad (1)$$

kde jednotlivé veličiny znamenají:

- $R_g$  - globální záření dopadlé na vodorovný povrch Země v nulové nadmořské výšce (na hladinu moře)
- $R_s$  - solární konstanta (s korekcí na aktuální vzdálenost Země od Slunce)
- $k$  - koeficient propustnosti atmosféry (závisí na jejím "zašpinění"), většinou se pohybuje mezi 0,7 a 0,9
- $\alpha$  - úhel výšky slunce nad obzorem
- $\text{cosec } \alpha$  - cosecans úhlu  $\alpha$ , tj.  $1 / \sin \alpha$

Není-li povrch vodorovný, lze psát vzorec (1) přibližně jako:

$$R_g = R_s * k^{\cos \alpha} * \sin [\alpha - (\alpha' * \cos \beta)]$$

Pak nově použité veličiny značí:

- $\alpha'$  - úhel naklonění plochy směrem k jihu
- $\beta$  - azimut Slunce (jih = 180°)

V našich podmínkách činí globální radiace na vodorovném povrchu:

- v letním poledni max. 1 000 až 1 050 W.m<sup>-2</sup>
- v zimním poledni max. 300 W.m<sup>-2</sup>
- při souvisle zatažené obloze max. 100 W.m<sup>-2</sup>
- v noci (při úplňku) max. 0,01 W.m<sup>-2</sup> [16]

## **4 Experimentální část**

Záměrem experimentu je vystavit vzorky tkanin zrychlenému vlivu UV záření v přístroji UVCON dle předem stanovených simulačních časů a následně na dynamometru stanovit průběh pevnostních změn. Pro toto hodnocení budou sledovány nejprve pevnostní změny samotné textilie, aby bylo možné z průběhu degradace vypočítat chování jednotlivých textilií v závislosti na jejich barevném provedení či typu použité vlákenné suroviny. V další fázi by měl být vybrán jeden zástupce textilie s prokazatelně nejlepšími výsledky, z něhož se připraví vzorky švů s použitím dvou odlišných technologií výroby a následně se opět vystaví vlivu UV záření. Cílem je potvrzení či vyvrácení teorie, která poukazuje na nový technologický způsob šití zámkového švu. Tento šev by měl působením vlivu UV záření vykazovat shodné pevnostní charakteristiky jako šev šitý klasickou technologií.

### **4.1 Stanovení změn užitných vlastností vlivem povětrnostních podmínek na zařízení UVCON**

Zkouška spočívá v působení nasimulovaných povětrnostních podmínek na zkušební vzorky. Po časovém působení „povětrnostních vlivů“ se na vzorcích hodnotí změny užitných vlastností. Jedná se především o změny povrchových a mechanických vlastností (př. změna pevnosti švu, vrásnění švu, lesku...)

#### **Zařízení pro simulaci klimatických podmínek UVCON**

Zařízení UVCON je laboratorní zařízení pro vystavování materiálů alternativní expozici UV záření a kondenzaci (bez záření). Toto zařízení je konstruováno jako analytický přístroj a jeho účelem není nahradit kompletnější a rychlejší systémy pro vystavování povětrnostním vlivům (jako například atlas Fade-Ometer či Weather-Ometer), ale jako jednoduchý a levný doplněk k těmto přístrojům, kde se vyžaduje zrychlený vliv působení UV záření.



Obr. 12 Zařízení UVCON

(obr. převzat ze stránek [http://www.atlasmtt.de/cgi-atlas/show.cgi?productid=59&from=l\\_instruments](http://www.atlasmtt.de/cgi-atlas/show.cgi?productid=59&from=l_instruments))

### **Časování a cyklování**

Zařízení ATLAS UVCON umožňuje nastavení těchto expozičních cyklů:

- Cyklus 8/4 – 8 hodin UV záření a 4 hodiny kondenzace
- Cyklus 4/4 – 4 hodiny UV záření a 4 hodiny kondenzace
- Cyklus UV – 24 hodin UV záření
- Cyklus CON – 24 hodin kondenzace

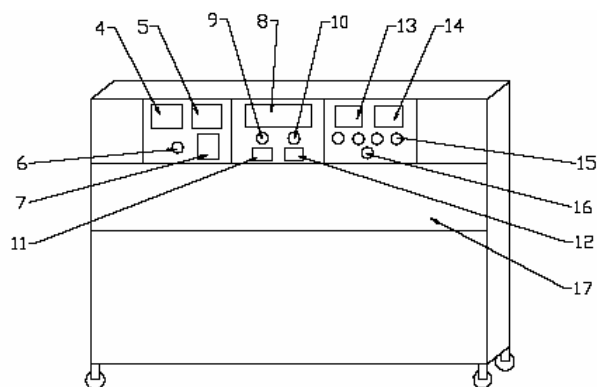
### **Zdroj ultrafialového světla**

Jako zdroj záření pro urychlení degradace vzorků, používá UVCON 8 UV zářivek. Radiační energie ze zářivek je soustředěná v rozsahu vlnových délek pod 350 nm a teplotní rozsah je 50 – 90°C.

### **Úložný rošt pro vzorky a držáky**

Celé zařízení pojme na 2 roštích 19 vzorků a jednotku černého panelu. Samostatné vzorky jsou uloženy v držácích o velikosti 105 x 316mm. Každý držák má 2 otvory o velikosti 85 x 95mm a skládá se ze 6 částí. Tyto otvory představují plochu na které jsou testované materiály vystaveny expozici UV cyklu a CON cyklu.

[10] [12]



Obr. 13 Schematické znázornění zařízení UVCON

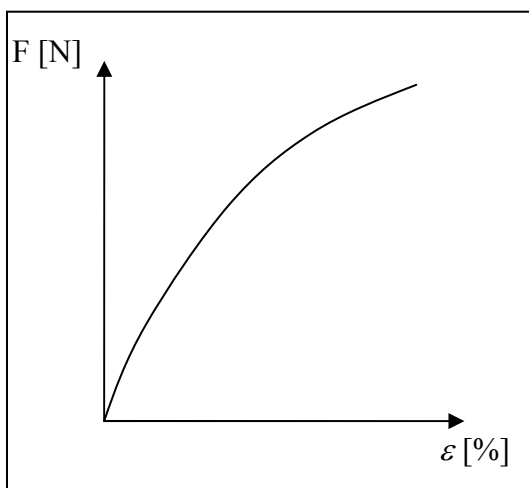
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. horní sekce                 | 10. kontrolka expozice cyklu kondenzace        |
| 2. střední sekce               | 11. tepelný otočný spínač UV cyklu             |
| 3. dolní sekce                 | 12. tepelný otočný spínač cyklu kondenzace     |
| 4. programátor cyklu           | 13. počítadlo hodin UV světla                  |
| 5. časový spínač               | 14. počítadlo celkového počtu provozních hodin |
| 6. kontrolka                   | 15. kontrolky provozu zářivek                  |
| 7. spínač s jističem           | 16. kontrolka vyrovnávacího cyklu              |
| 8. digitální panelový měřič    | 17. dvířka zkušební komory                     |
| 9. kontrolka expozice UV cyklu |  |

#### 4.2 Stanovení pevnostních změn dynamometrem

K měření pevnosti textilních materiálů a švů byl použit dynamometr, přístroj s konstantním přírůstkem prodloužení, který zjišťuje maximální sílu potřebnou do přetrhu vzorku. Vzorky byly tedy vystaveny statickému namáhání. Dynamometr je vybaven dvojicí čelistí, z nichž jedna je pevná a druhá se pohybuje konstantní rychlostí  $10\text{mm/min} \pm 10\%$  po celou dobu zkoušky, čímž dochází ke zvětšení protažení vzorku a působících sil. Při tahové zkoušce je celá šířka zkušební vzorku upnuta v čelistech zkušební přístroje. Šev zkušební vzorku je kolmý ke směru protahování. Zaznamenává se maximální síla nutná k přetrhu švu. [8]

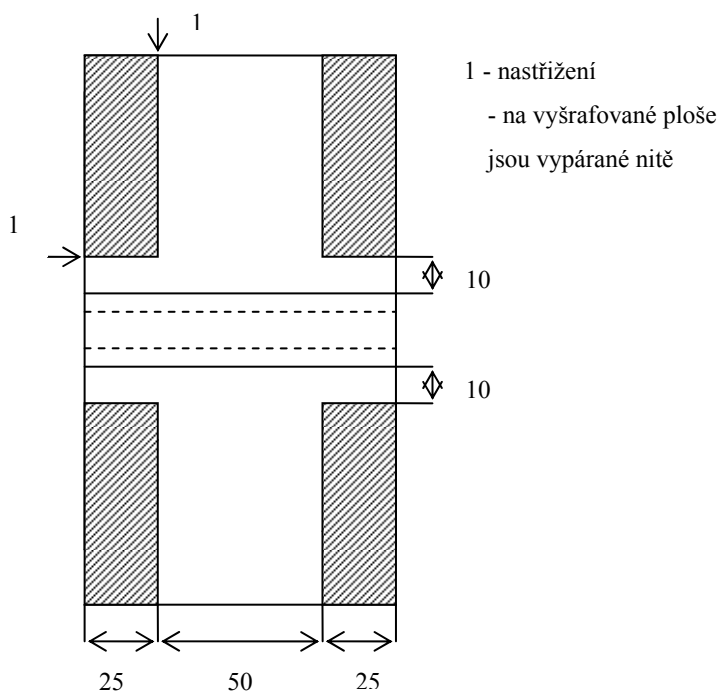


Napětí, resp. síla, která je natahováním ve vzorku vyvíjena, je měřena měřícím členem. Natažení a jemu odpovídající síla je vykreslována do grafu závislosti pevnost – tažnost, který je nazýván tahovou nebo též pracovní křivkou. Je obrazem práce, kterou bylo nutné na napětí vzorku vynaložit. [17]



Obr. 14 Tahová křivka

Zkoušky byly prováděny na trhačím stroji ZT 100 176.11 1000N ve společnosti KRAS Chornice. Odběr vzorků, jejich příprava a postup zkoušek odpovídal normě ČSN EN ISO 13935.



Obr. 15 Náskres zkušebního vzorku pro měření pevnosti švu, rozměry v mm

### 4.3 Postup zkoušek

#### 4.3.1 Základní pevnosti textilií

Výchozím bodem pro experiment je stanovení základních pevností vstupních materiálů. Pro toto měření byly použity dvě textilie - českého a německého výrobce ve třech barevných provedeních (bílá, červená/ oranžová, černá). Z každé textilie bylo připraveno 5 vzorků ve směru osnovy a 5 vzorků ve směru útku. Vzorky textilií byly vždy odebírány z identického druhu tkaniny.

Tabulky hodnot jednotlivých měření jsou zobrazeny v přílohové části

#### Vstupní materiál:

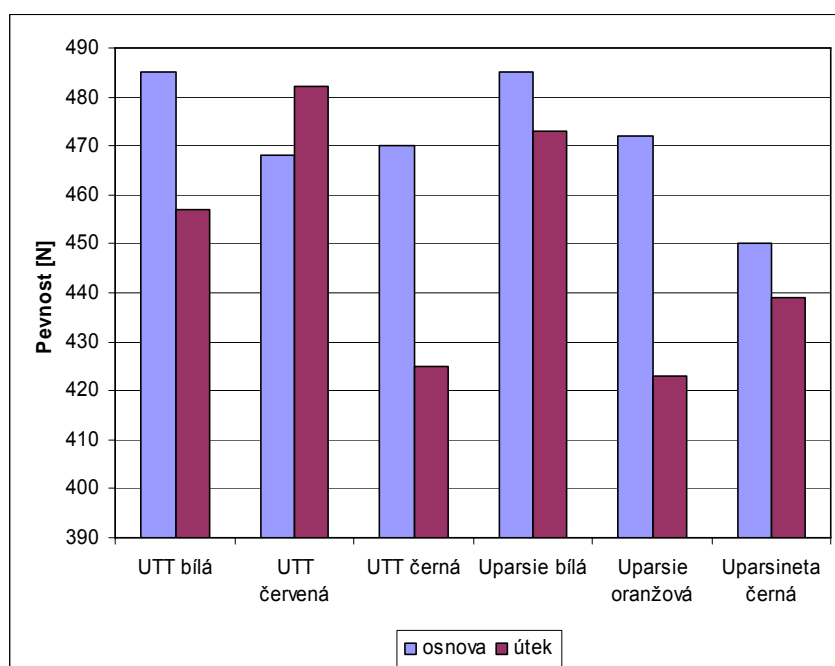
Textilie:	100% PA 6,	Druh:	UTT
		Barva:	bílá, červená, černá
		Jemnost nití:	33 dtex
		Plošná hmotnost:	36-42g/m <sup>2</sup>
	100% PA 6.6,	Druh:	Uparsie
		Barva:	bílá, oranžová
		Jemnost nití:	44 dtex
		Plošná hmotnost:	49 g/m <sup>2</sup>
		Dostava:	o 48 nití/ cm <sup>2</sup>
		ú	48 nití/ cm <sup>2</sup>
		Druh:	Uparsineta
		Barva:	černá
		Jemnost nití:	44 dtex
		Plošná hmotnost:	53 g/m <sup>2</sup>
		Dostava:	o 48 nití/ cm <sup>2</sup>
		ú	56 nití/ cm <sup>2</sup>

Tab. 2 Základní pevnost tkaniny UTT

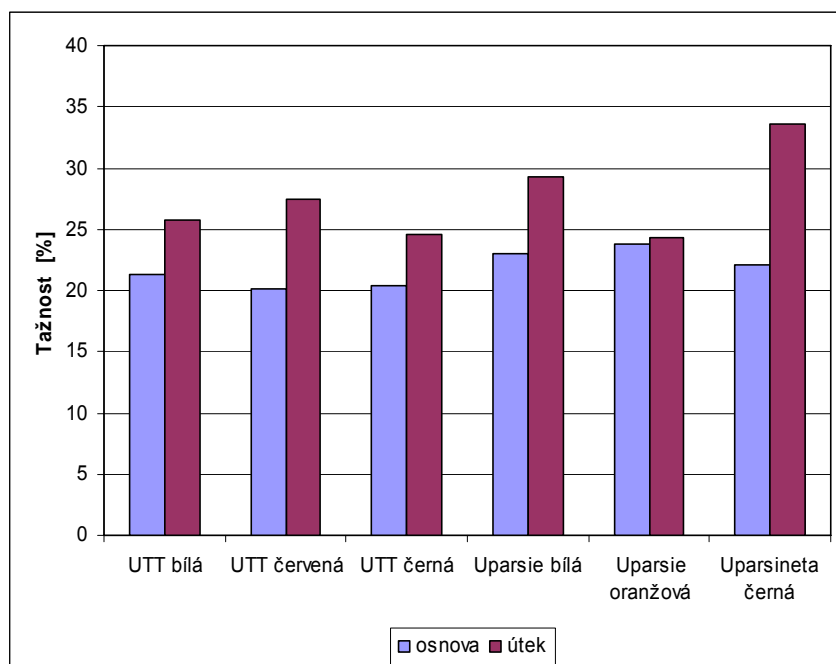
Vlastnost	Statistické charakteristiky	UTT bílá		UTT červená		UTT černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	485	457	468	482	470	425
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	21,3	25,7	20,1	27,5	20,4	24,6
Pevnost	s [N]	8,51	13,28	29,71	20,19	19,04	18,03
Tažnost	s (%)	0,62	0,64	1,52	1,66	1,47	0,96

Tab. 3 Základní pevnost tkaniny Uparsie/ Uparsineta

Vlastnost	Statistické charakteristiky	Uparsie bílá		Uparsie oranžová		Uparsineta černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	485	473	472	423	450	439
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	23,0	29,3	23,8	24,3	22,1	33,6
Pevnost	s [N]	12,25	8,37	13,04	22,53	13,23	12,94
Tažnost	s (%)	1,22	1,10	0,91	1,48	1,43	1,78



Graf 1 Základní pevnost textilií



Graf 2 Základní tažnost textilií

#### 4.3.2 Pevnosti textilií po vystavení vzorků v zařízení UVCON

Zařízení UVCON automaticky pracuje v cyklu, který je naprogramován na vačce. Vzorky byly vystaveny působení ultrafialového záření (složka UVB) a zvýšené vlhkosti při současném působení tepla.

- Cyklus: 8/4 – 8 hodin UV záření a 4 hodiny kondenzace
- Teplota 50°C

Cyklus 8/4 byl zvolen na základě diplomové práce Lenky Voglové – Vliv povětrnostních podmínek na textilní materiály [7], kde tento cyklus uvádí jako cyklus nejmarkantněji se přibližující k reálným povětrnostním podmínkám zimního období. Teplota 50°C byla zvolena jako nejnižší možná eventualita s tím předpokladem, že by měla opět prezentovat reálné podmínky. Časové hodnoty 24, 48 a 72 hodin simulace byly zvoleny orientačně.

Vzorky textilií byly vloženy do přístroje UVCON, kde byly vystaveny zrychlenému působení povětrnostních podmínek po dobu 24, 48 a 72 hodin. Po vyjmutí z přístroje byly vzorky vysušeny a připraveny na měření pevnosti dynamometrem.

**Vstupní materiál:**

Textilie:	100% PA 6,	Druh:	UTT
		Barva:	bílá, červená, černá
	100% PA 6.6,	Druh:	Uparsie
		Barva:	bílá, oranžová
		Druh:	Uparsineta
		Barva:	černá

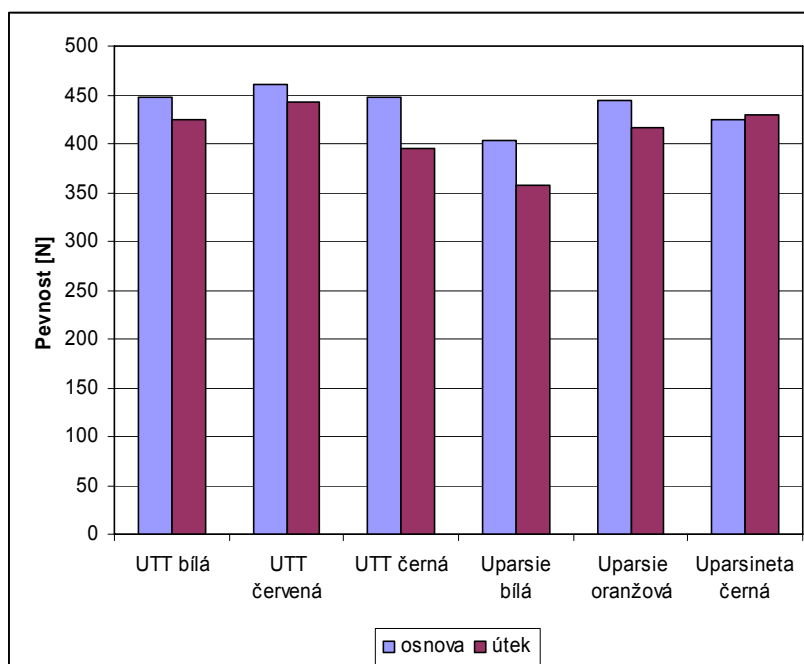
**Doba vystavení v přístroji UVCON – 24 hodin**

Tab. 4 Tkanina UTT – 24 hodin vystavení UV

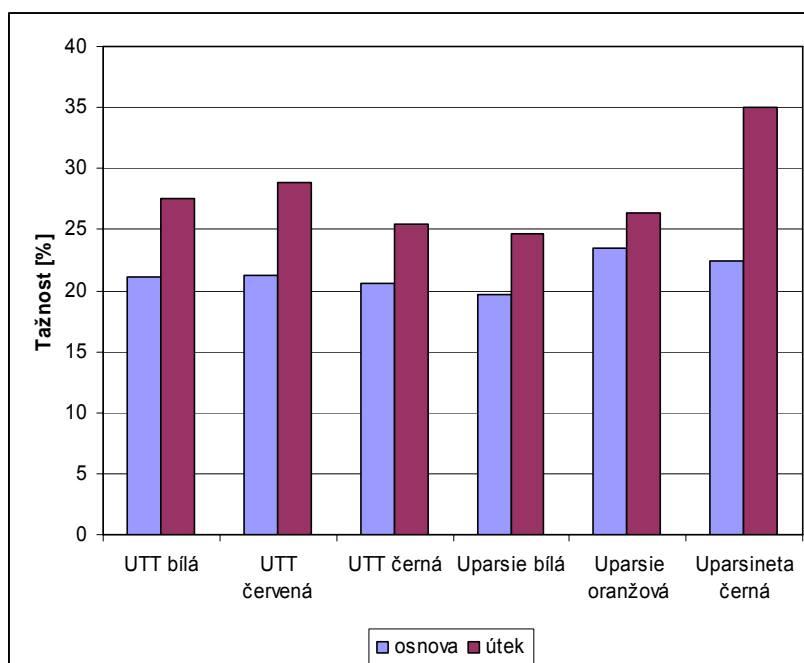
Vlastnost	Statistické charakteristiky	UTT bílá		UTT červená		UTT černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	448	424	461	443	448	395
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	21,1	27,6	21,2	28,9	20,6	25,5
Pevnost	s [N]	13,04	11,94	15,57	9,75	13,51	15,41
Tažnost	s (%)	0,65	0,89	0,57	0,96	0,89	0,87

Tab. 5 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 24 hodin vystavení UV

Vlastnost	Statistické charakteristiky	Uparsie bílá		Uparsie oranžová		Uparsineta černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	404	358	445	416	424	430
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	19,7	24,6	23,5	26,3	22,4	35,0
Pevnost	s [N]	10,84	13,04	8,66	17,10	8,17	11,19
Tažnost	s (%)	0,76	0,22	1,41	0,97	0,42	2,12



Graf 3 Pevnost textilií – 24 hodin vystavení UV



Graf 4 Tažnost textilií – 24 hodin vystavení UV

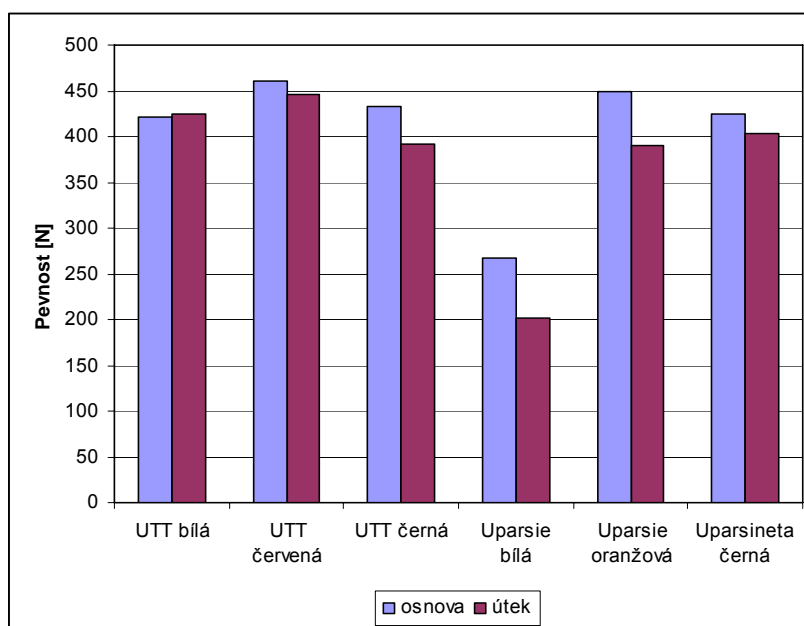
## Doba vystavení v přístroji UVCON – 48 hodin

Tab. 6 Tkanina UTT – 48 hodin vystavení UV

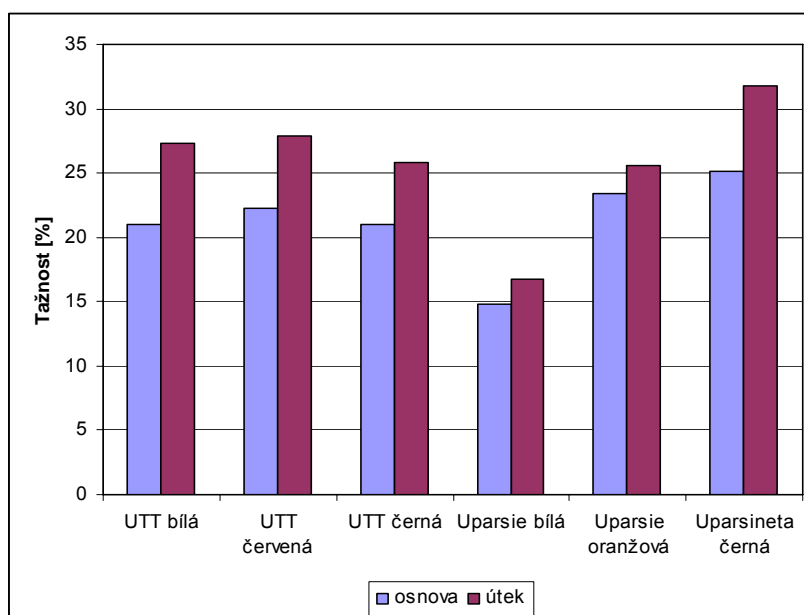
Vlastnost	Statistické charakteristiky	UTT bílá		UTT červená		UTT černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	421	425	461	446	433	391
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	21,0	27,3	22,3	27,9	21,0	25,8
Pevnost	s [N]	17,10	22,08	8,94	21,04	11,51	7,42
Tažnost	s (%)	1,08	0,84	0,27	1,56	0,79	0,27

Tab. 7 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 48 hodin vystavení UV

Vlastnost	Statistické charakteristiky	Uparsie bílá		Uparsie oranžová		Uparsineta černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	267	202	449	390	424	404
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	14,8	16,8	23,4	25,6	25,1	31,8
Pevnost	s [N]	16,81	23,35	13,87	12,25	9,62	15,57
Tažnost	s (%)	0,67	1,35	0,82	0,56	0,89	2,05



Graf 5 Pevnost textilií – 48 hodin vystavení UV



Graf 6 Tažnost textilií – 48 hodin vystavení UV

#### Doba vystavení v přístroji UVCON – 72 hodin

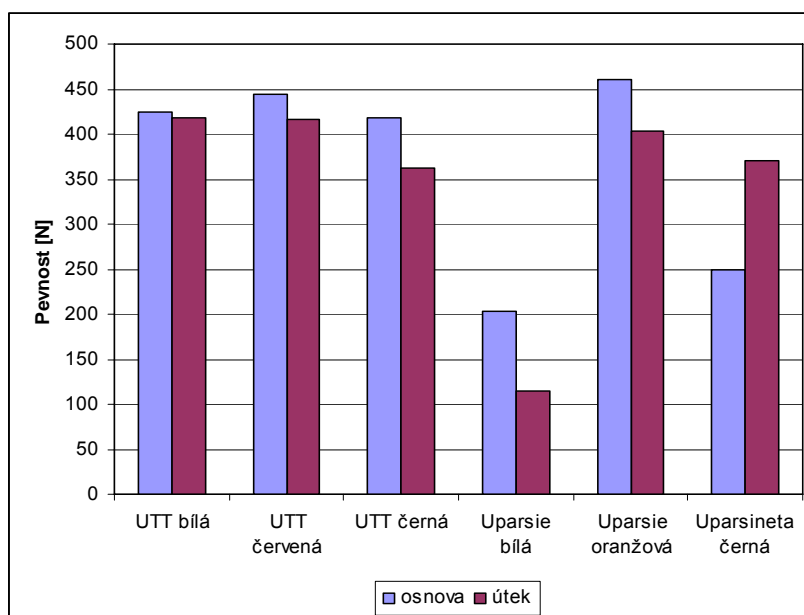
Tab. 8 Tkanina UTT – 72 hodin vystavení UV

Vlastnost	Statistické charakteristiky	UTT bílá		UTT červená		UTT černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	424	418	445	416	418	362
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	19,5	27,5	20,1	25,8	19,1	24,5
Pevnost	s [N]	12,45	13,51	15,41	15,97	19,56	13,51
Tažnost	s (%)	1,00	1,00	0,65	0,57	0,82	0,61

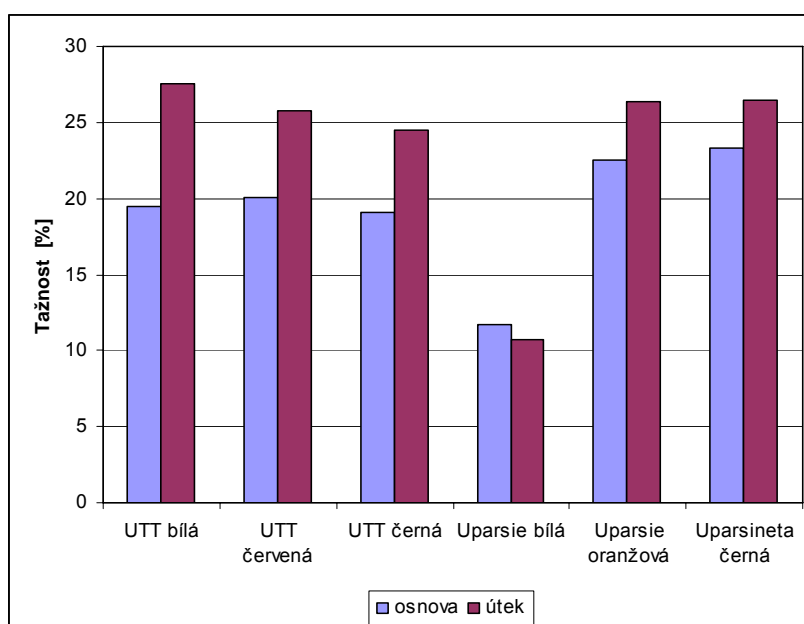
Tab. 9 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 72 hodin vystavení UV

Vlastnost	Statistické charakteristiky	Uparsie bílá		Uparsie oranžová		Uparsineta černá	
		osnova	útek	osnova	útek	osnova	útek
Pevnost	$\bar{x}$ [N]	204	114	460	404	429	370
Tažnost	$\bar{x}$ (%)	11,7	10,7	22,5	26,4	23,3	26,5
Pevnost	s [N]	27,48	35,78	10,0	13,42	21,03	18,37
Tažnost	s (%)	1,04	2,84	0,35	0,42	1,72	1,5





Graf 7 Pevnost textilií – 72 hodin vystavení UV



Graf 8 Tažnost textilií – 72 hodin vystavení UV

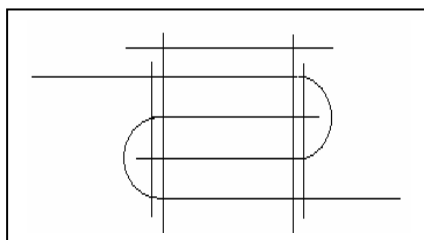
### 4.3.3 Základní pevnosti švů

Pro stanovení pevnosti švů byl vybrán materiál UTT černé barvy jelikož vykazoval rovnoměrný pokles pevnosti. Na tomto základě je možné lépe sledovat změny pevnosti švů, neboť případné extrémní výkyvy hodnot bychom mohli připisovat kvalitě zhotoveného švu.

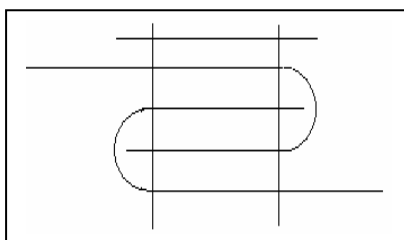
Švy byly vyhotoveny ve dvou typech technologických operací. Druh lemovky a nitě byly zvoleny na základě výsledků experimentu v bakalářské práci, kde prokázaly nejlepší výsledky.

#### Technologie šití zámkového švu:

1. typ – klasická technologie šití zámkového švu ve dvou operacích, tj. zhotovení samotného zámkového švu, následně našitá lemovka pro zpevnění  
značení v tabulkách: 2 operace
2. typ – zámkový šev je ušitý v jedné operaci spolu s našitím lemovky  
značení v tabulkách: 1 operace



Obr. 16 Zámkový šev – klasická technologie



Obr. 17 Zámkový šev šitý v 1 operaci

#### 4.3.4 Pevnosti švů po vystavení vzorků v zařízení UVCON

Vzorky byly vyhotoveny shodnou technologií uvedenou v předchozí kapitole. Následně byly vloženy do přístroje UVCON, kde byly vystaveny zrychlenému působení povětrnostních podmínek po dobu 24, 48 a 72 hodin. Po vyjmutí z přístroje byly vzorky vysušeny a připraveny na měření pevnosti dynamometrem.

- Cyklus: 8/4 – 8 hodin UV záření a 4 hodiny kondenzace
- Teplota 50°C

##### Vstupní materiál:

Textilie:	100% PA 6,	Druh:	UTT
		Barva:	černá
Lemovka:	100% PA,	Šířka:	13 mm
Nit:	100% PA	Druh:	BONDED NYLON
		Účel použití:	šicí nitě pro zvláštní účely
		Jemnost:	235 dtex
		Pevnost (minimální):	30 N
		Tažnost:	16 - 26 %

Tab. 10 Pevnosti švů – 2 operace/ 1 operace

Technologie	2 operace				1 operace			
Doba působení	$\bar{x}$		s		$\bar{x}$		s	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
Základ	379	19,2	9,62	0,76	380	19,5	10,61	0,50
24 hod	341	18,2	29,66	1,68	335	19,0	11,73	0,79
48 hod	336	18,0	13,87	0,94	318	18,6	27,06	1,14
72 hod	326	17,4	12,94	0,82	309	18,0	21,75	1,08

Grafické vyjádření výsledků měření na str. 56-57.

## 5 Výsledky měření

- zkoušky na přístroji UVCON byly provedeny za shodných podmínek: shodný expoziční cyklus, tentýž počet zářivek a stálá teplota 50°C
  - zkoušky na přístroji dynamometr byly provedeny taktéž za shodných podmínek: stejné klima, shodná rychlost posuvu, byl použit tentýž typ čelistí
  - použitá metodika zkoušek na dynamometru vycházela z normy ČSN EN ISO 13935 – 1
  - všechny vzorky pro jednotlivá měření byly odebírány ze stejné tkaniny
  - počet stehů byl na všech vzorcích identický ( $26 \pm 2$ )
  - vzorky byly šity jehlami stejné velikosti
  - jehly nebyly sražené, tudíž neměly vliv na případné poškození základního materiálu
- 
- výsledky zahrnují pouze pevnosti švů vzorků, jejichž vstupním materiálem byla tkanina UTT černé barvy
  - důvodem tohoto kroku je fakt, že se v budoucnosti předpokládá postupné omezování používání tkaniny Uparsineta a její nahrazování materiálem UTT
  - zařazení měření pevnosti vzorků s tkaninou Uparsineta mělo převážně informační a srovnávací charakter
- 
- k velmi markantním změnám pevnosti došlo u materiálu Uparsie v bílém provedení
  - to je způsobeno zřejmě použitými optickými zjasňovači a kyselinami, jejichž užitím by mohlo dojít k narušení struktury vlákna a následně vlivem působení UV záření k postupné ztrátě pevnosti
  - u ostatních barevných provedení se používá klasická technologie barvení vlákna, čímž může barva vlákno částečně ochránit a nedocházelo tedy k tak zřetelným výkyvům

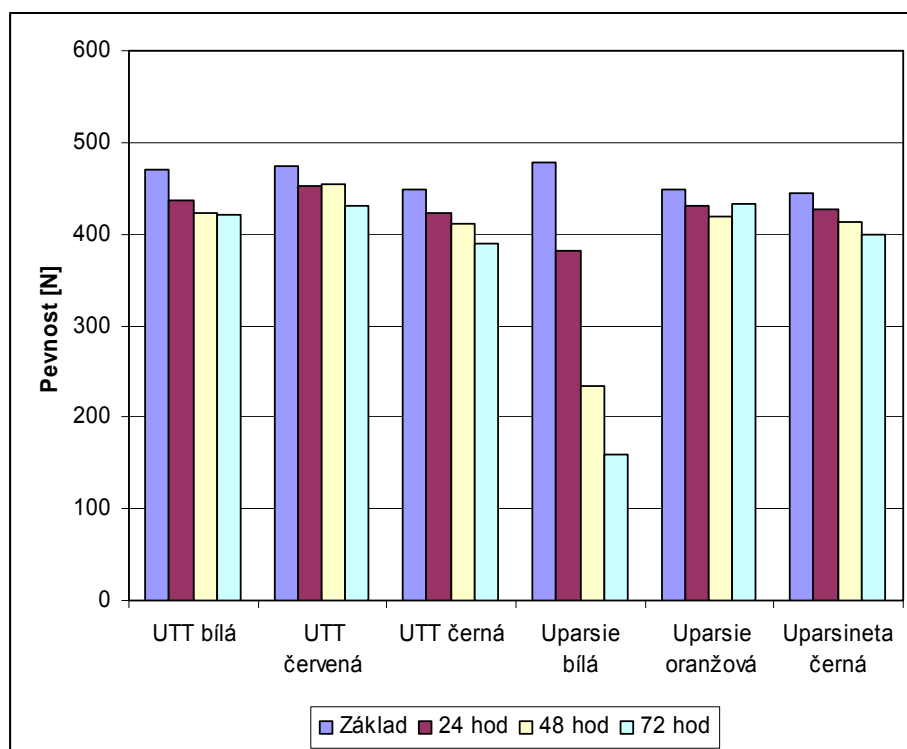
## 5.1 Shrnutí výsledků měření textilie

Tab. 11 Výsledky měření textilie - materiál UTT

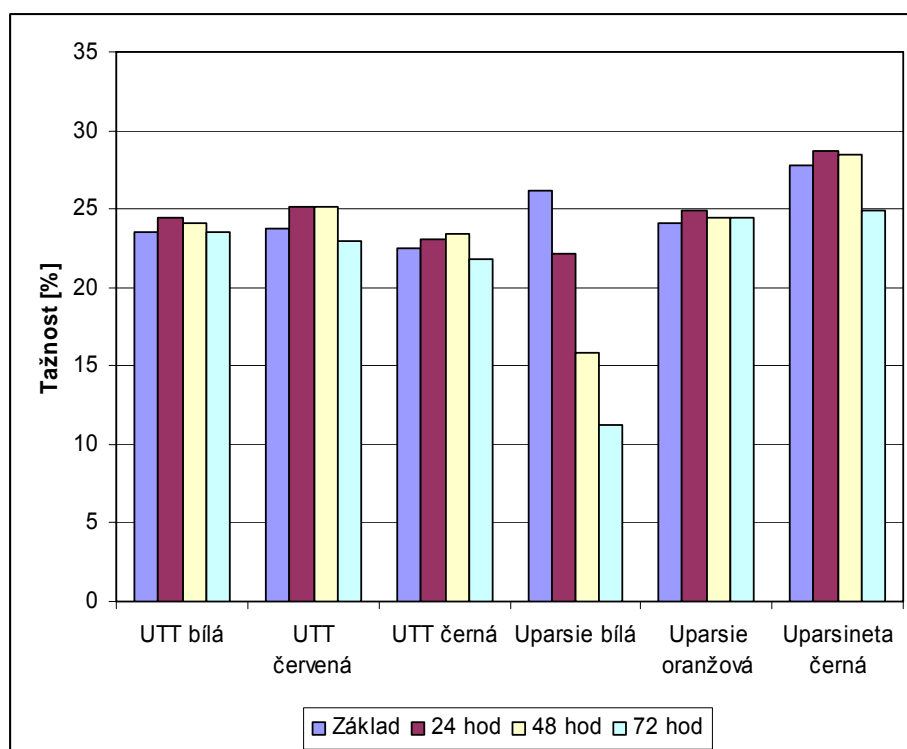
Materiál	UTT					
Doba působení	Bílá $\bar{x}$ (o+ú)		Červená $\bar{x}$ (o+ú)		Černá $\bar{x}$ (o+ú)	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
Základ	471	23,5	475	23,8	448	22,5
24 hod	436	24,4	452	25,1	422	23,1
48 hod	423	24,1	454	25,1	412	23,4
72 hod	421	23,5	431	22,9	390	21,8

Tab. 12 Výsledky měření textilie - materiál Uparsie/ Uparsineta

Materiál	Uparsie/ Uparsineta					
Doba působení	Bílá $\bar{x}$ (o+ú)		Oranžová $\bar{x}$ (o+ú)		Černá $\bar{x}$ (o+ú)	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
Základ	479	26,2	448	24,1	445	27,8
24 hod	381	22,2	431	24,9	427	28,7
48 hod	235	15,8	420	24,5	414	28,5
72 hod	159	11,2	432	24,5	400	24,9



Graf 9 Výsledky měření textilie – pevnost



Graf 10 Výsledky měření textilie – tažnost

## 5.2 Shrnutí výsledků měření pevnosti švů

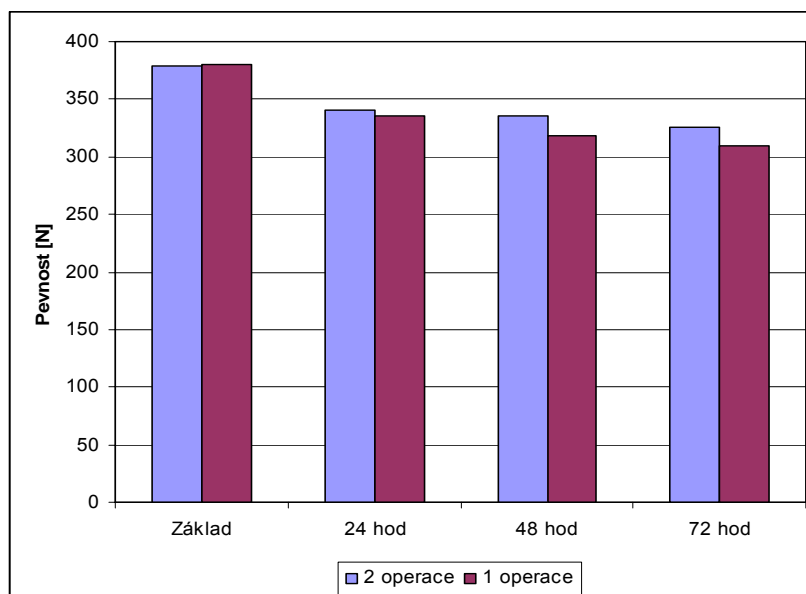
Procentuální vyjádření pevnosti švů po vystavení vzorků v přístroji UVCON a následném změření pevnosti na dynamometru.

- výchozí hodnotou je základní pevnost švu
- z poměru základní pevnosti švu k pevnosti stejného vzorku vystaveného v přístroji UVCON byla spočítána procentuální ztráta pevnosti

Tab. 13 Procentuální úbytek pevnosti švů zhotovených ve 2 operacích/ 1 operaci

Technologie zhotovení švu	Základní pevnost	24 hod vystavení	48 hod vystavení	72 hod vystavení
2 operace $\bar{x}$	379 N	341 N	336 N	326 N
1 operace $\bar{x}$	380 N	335 N	318 N	309 N
2 operace $\bar{x}$	100 %	90 %	88 %	86 %
1 operace $\bar{x}$		88 %	84 %	81 %

### Grafické vyjádření průběhu pevnosti švů



Graf 11 Pevnost švů

### 5.3 Shrnutí výsledků měření tažnosti švů

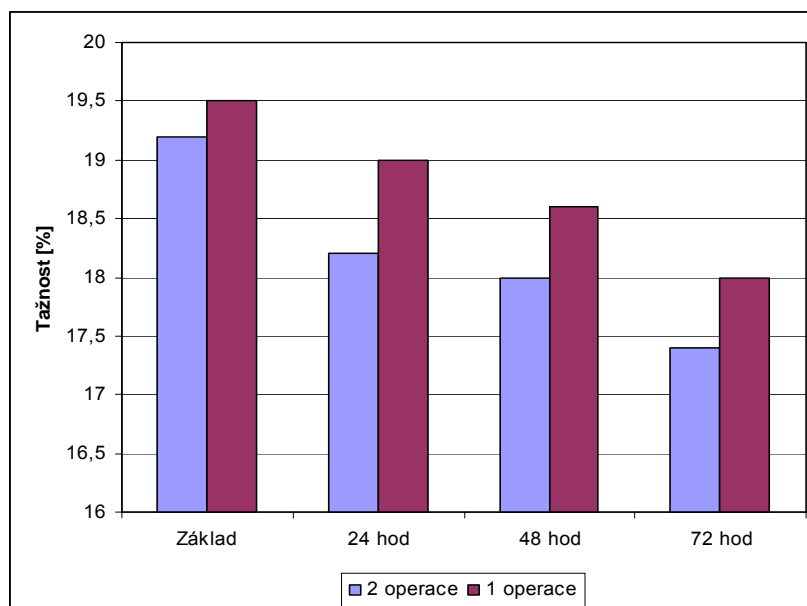
Procentuální vyjádření tažnosti švů po vystavení vzorků v přístroji UVCON a následném změření pevnosti na dynamometru.

- výchozí hodnotou je základní tažnost švu
- z poměru základní tažnosti švu k tažnosti stejného vzorku vystaveného v přístroji UVCON byla spočítána procentuální ztráta tažnosti

Tab. 14 Procentuální úbytek tažnosti švů zhotovených ve 2 operacích/ 1 operaci

Technologie zhotovení švu	Základní tažnost	24 hod vystavení	48 hod vystavení	72 hod vystavení
2 operace	19,2 %	18,2 %	18 %	17,4 %
1 operace	19,5 %	19 %	18,6 %	18 %
2 operace	100%	93 %	92 %	89 %
1 operace		97 %	95 %	92 %

#### Grafické vyjádření průběhu tažnosti švů



Graf 12 Tažnost švů



#### 5.4 Procentuální vyjádření poklesu pevnosti a tažnosti textilie a švů

Na základě výsledků měření bylo provedeno procentuální srovnání pevnosti a tažnosti samotné textilie UTT černé barvy vzhledem k vlastnostem švu zhotoveného ve 2/ 1 operaci.

- výchozí hodnotou je základní pevnost/ tažnost textilie a švů měřená dynamometrem
- z poměru základní pevnosti/ tažnosti švu k pevnosti stejného vzorku vystaveného v přístroji UVCON byla spočítána procentuální ztráta pevnosti/ tažnosti

Tab. 15 Ztráta pevnosti textilie

	Textilie UTT černá	2 operace	1 operace
	Pevnost [N]		
Základ	448	379	380
24 hod	422	341	335
48 hod	412	336	318
72 hod	390	326	309

Tab. 16 Procentuální ztráta pevnosti textilie

	Textilie UTT černá	2 operace	1 operace
	Pevnost [%]		
Základ	100%	85%	85%
24 hod	100%	81%	79%
48 hod	100%	82%	77%
72 hod	100%	84%	79%

Tab. 17 Ztráta tažnosti textilie

	Textilie UTT černá	2 operace	1 operace
	Tažnost [%]		
Základ	22,5	19,2	19,5
24 hod	23,1	18,2	19,0
48 hod	23,4	18,0	18,6
72 hod	21,8	17,4	18,0

Tab. 18 Procentuální ztráta tažnosti textilie

	Textilie UTT černá	2 operace	1 operace
	Tažnost [%]		
Základ	100%	85%	87%
24 hod	100%	79%	82%
48 hod	100%	77%	80%
72 hod	100%	80%	83%

Z procentuálního vyjádření je zřejmé, že šev šitý polyamidovými nitěmi vykazuje ztrátu pevnosti i tažnosti v hodnotách přibližně 80-85% oproti pevnosti a tažnosti samotné textilie.

### 5.5 Doporučení

V budoucnosti doporučuji zařadit do výroby postup šití zámkového švu společně s lemovkou v jedné operaci. Takto provedený šev prokázal shodnou základní pevnost jako šev šitý ve dvou operacích, tj. 380 N. Následným působením UV záření došlo u obou typů švů ke srovnatelnému poklesu pevnosti, což činilo po 72 hodinách ozáření procentuálně 86/ 81 u operací šitých ve 2/ 1 kroku. Tažnost švu zhotoveného v 1 operaci vykazovala navíc vyšší hodnotu než šev šitý ve 2 operacích. Následným působením UV záření prokázal navíc šev menší míru ztráty tažnosti po celou dobu trvání experimentu. Rozdíly ve ztrátě tažnosti po 72 hodinách působení UV záření jsou procentuálně 89/ 92 u operací šitých ve 2/ 1 kroku.

Současně s parametry spojení je třeba brát v úvahu i závislost časové úspory ke které by použitím této technologie došlo. Dobu, za kterou dojde k ušití vrchlíku musíme zohlednit k jeho velikosti. Pro ilustraci: na vrchlíku plochy 36m<sup>2</sup> je časová úspora asi 108 minut z celkového výrobního času vrchlíku činícího 1460 minut. Znamená to tedy, že zavedením této technologie do výroby by došlo zhruba k 8 % úspoře výrobního času vrchlíku záchranného padáku.

## 6 Závěr

Druh materiálu, zvolené nitě i způsob šití jsou určujícím faktorem pro následnou kvalitu spoje padáku a tedy i bezpečnost člověka. Při hotovení padáků dochází k přísným kontrolám, které jsou nezbytné pro bezchybnou funkci padáku.

Cílem práce bylo, zjistit pevnostní změny zámkového švu v závislosti na zvolené technologii výroby a vlivem vystavení simulovaným podnebním podmínkám na přístroji UVCON. Zámkový šev se používá pro spojení jednotlivých dílů vrchlíku padáku. Běžně se zhotovuje ve dvou operacích. V této práci byl tento šev srovnáván se shodným švem, ovšem šitým v jedné operaci.

V první fázi byly zjišťovány pevnostní změny samotné textilie po vystavení vzorků v přístroji UVCON. Výchozím materiálem pro toto měření byly dva typy textilie tuzemského a zahraničního výrobce ve třech barevných variacích. Na tomto základě bylo možné pozorovat nejen rozdíly pevnosti dané použitou výrobní technologií ale i rozdíly které určuje vybarvení textilie. V druhé fázi byly v přístroji UVCON testovány vzorky švů zhotovené dvěma různými technologiemi jejichž výsledné pevnosti mají zásadní význam. Došlo totiž ke zjištění, že zámkový šev zhotovený v jedné operaci vykazuje srovnatelné výsledky jako šev šitý klasickou technologií. Tato skutečnost má přínos jak pro technologickou tak ekonomickou stránku výroby padáků. Dovoluje totiž materiálovou a časovou úsporu výroby, čímž by došlo k zefektivnění produkce.

Než je nový padák zaveden do výroby, prochází velmi náročným souborem zkoušek bezpečnosti, což je velice finančně náročné. Bylo by ovšem zajímavé realizovat poznatky z této práce a na jejich základě zhotovit padák který by tyto zkoušky absolvoval.

## 7 Použitá literatura

1. Bohanesová Bohuslava, Ing., Kozlovská Hana, Ing., Oděvní materiály I. Praha 1998
2. Kolektiv autorů, Učebnice parašutismu, Teorie a praxe parašutistického sportu, Praha 1961
3. Krčma Ladislav Ing., Degradace textilních vláken a ochrana proti ní, , Praha 1976
4. Militký Jiří, Prof. Ing. CSc. EUR ING, Textilní vlákna – klasická a speciální, Liberec, 2002
5. Řepka Miroslav a kol. Sportovní parašutismus, , Naše vojsko, Praha 1980
6. Český obranný standard, Požadavky na kontrolu výroby padáků, Vojenský technický ústav ochrany, Brno 2004
7. Diplomová práce, Voglová Lenka – Vliv povětrnostních podmínek na textilie, Liberec 2001
8. Norma ČSN EN ISO 13935 – 1, Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků
9. Firemní literatura, Návod na obsluhu a údržbu záchranného padáku, P-001-93, MarS Jevíčko
10. Firemní literatura, Prospektové materiály firmy ATLAS k přístroji UVCON
11. <http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ktus/technickesporty.doc>
12. [http://www.atlasmtt.de/cgi-atlas/show.cgi?productid=59&from=1\\_instruments](http://www.atlasmtt.de/cgi-atlas/show.cgi?productid=59&from=1_instruments)
13. [http://www.blueskies.cz/default.asp?menu\\_type=article&articles\\_id=203&menu\\_id=4&main\\_menu\\_items\\_id=19](http://www.blueskies.cz/default.asp?menu_type=article&articles_id=203&menu_id=4&main_menu_items_id=19)
14. [http://www.kitesurfing.cz/para\\_vyber.php](http://www.kitesurfing.cz/para_vyber.php)
15. <http://www.atairaerospace.com/parachutes/composite/>
16. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrafialov%C3%A9\\_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrafialov%C3%A9_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD)
17. <http://skripta.ft.vslib.cz/data/2006-03-22/12-33-54.pdf>

## 8 Seznam obrázků

Obr. 1 Vrchlík typu „křídlo“.....	14
Obr. 2 Tandemový padák.....	15
Obr. 3 Vrchlík kruhový.....	15
Obr. 4 Brzdící padák.....	16
Obr. 5 Zádová verze padáku.....	17
Obr. 5 Otevření záložního padáku a následné odhození hlavního padáku.....	19
Obr. 6 Padák Onyx z Composite textiles.....	22
Obr. 7 Standardní padák Onyx.....	22
Obr. 9 Obtékání kruhového vrchlíku padáku.....	27
Obr. 10 Obtékání těles.....	27
Obr. 11 Rozdíl ve výsledné rychlosti klesání na padáku při otočení.....	29
Obr. 12 Zařízení UVCON.....	40
Obr. 13 Schematické znázornění zařízení UVCON.....	41
Obr. 14 Tahová křivka.....	42
Obr. 15 Návrh zkušební vzorku pro měření pevnosti švu, rozměry v mm.....	42
Obr. 16 Zámkový šev – klasická technologie.....	51
Obr. 17 Zámkový šev šitý v 1 operaci.....	51

## 9 Seznam tabulek

Tab. 1 Degradace vybarveného polyamidového vlákna 6.6.....	33
Tab. 2 Základní pevnost tkaniny UTT.....	44
Tab. 3 Základní pevnost tkaniny Uparsie/ Uparsineta.....	44
Tab. 4 Tkanina UTT – 24 hodin vystavení UV.....	46
Tab. 5 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 24 hodin vystavení UV.....	46
Tab. 6 Tkanina UTT – 48 hodin vystavení UV.....	48
Tab. 7 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 48 hodin vystavení UV.....	48
Tab. 8 Tkanina UTT – 72 hodin vystavení UV.....	49
Tab. 9 Tkaniny Uparsie/ Uparsineta – 72 hodin vystavení UV.....	49
Tab. 10 Pevnosti švů – 2 operace/ 1 operace.....	52
Tab. 11 Výsledky měření textlie - materiál UTT.....	54
Tab. 12 Výsledky měření textlie - materiál Uparsie/ Uparsineta.....	54
Tab. 13 Procentuální úbytek pevnosti švů zhotovených ve 2 operacích/ 1 operaci.....	56

Tab. 14 Procentuální úbytek tažnosti švů zhotovených ve 2 operacích/ 1 operaci .....	57
Tab. 15 Ztráta pevnosti textilie .....	58
Tab. 16 Procentuální ztráta pevnosti textilie .....	58
Tab. 17 Ztráta tažnosti textilie .....	58
Tab. 18 Procentuální ztráta tažnosti textilie.....	59

## 10 Seznam grafů

Graf 1 Základní pevnost textilií .....	44
Graf 2 Základní tažnost textilií .....	45
Graf 3 Pevnost textilií – 24 hodin vystavení UV .....	47
Graf 4 Tažnost textilií – 24 hodin vystavení UV .....	47
Graf 5 Pevnost textilií – 48 hodin vystavení UV .....	48
Graf 6 Tažnost textilií – 48 hodin vystavení UV .....	49
Graf 7 Pevnost textilií – 72 hodin vystavení UV .....	50
Graf 8 Tažnost textilií – 72 hodin vystavení UV .....	50
Graf 9 Výsledky měření textilie – pevnost .....	55
Graf 10 Výsledky měření textilie – tažnost .....	55
Graf 11 Pevnost švů .....	56
Graf 12 Tažnost švů .....	57

## 11 Seznam příloh

Příloha 1 Tabulky – Základní pevnost textilií .....	65
Příloha 2 Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 24 hodin.....	67
Příloha 3 Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 48 hodin.....	69
Příloha 4 Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 72 hodin.....	71
Příloha 5 Tabulky – Pevnosti švů .....	73
Příloha 6 Vzorek materiálu .....	75
Příloha 7 Vzorek materiálu .....	76
Příloha 8 Vzorek materiálu .....	77
Příloha 9 Vzorek švu – Typ technologie: 2 operace .....	78
Příloha 10 Vzorek švu – Typ technologie: 1 operace .....	79

# Přílohy

## Příloha 1 Tabulky – Základní pevnost textilií

### UTT bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	490	22,0	470	27,0
2	505	22,0	495	27,0
3	480	21,0	465	25,5
4	495	22,5	420	23,5
5	455	19,0	435	25,5
$\bar{a}$	<b>485 N</b>	<b>21,3 %</b>	<b>457 N</b>	<b>25,7 %</b>
$\Delta a_n$	19,04	1,40	29,71	1,44
$\Delta \bar{a}$	8,51	0,62	13,28	0,64
<b>A</b>	<b>485N ± 9N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>457N ± 13N</b>	<b>26% ± 1%</b>

### UTT červená

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	495	22,0	500	29,5
2	425	18,0	460	26,0
3	450	19,5	480	27,0
4	490	21,0	505	29,0
5	480	20,0	465	26,0
$\bar{a}$	<b>468 N</b>	<b>20,1 %</b>	<b>482 N</b>	<b>27,5 %</b>
$\Delta a_n$	29,71	1,52	20,19	1,66
$\Delta \bar{a}$	13,29	0,68	9,03	0,74
<b>A</b>	<b>468N ± 13N</b>	<b>20% ± 1%</b>	<b>482N ± 9N</b>	<b>28% ± 1%</b>

### UTT černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	440	18,0	445	25,0
2	480	20,5	440	25,5
3	490	22,0	420	24,5
4	465	21,0	420	25,0
5	475	20,5	400	23,0
$\bar{a}$	<b>470 N</b>	<b>20,4 %</b>	<b>425 N</b>	<b>24,6 %</b>
$\Delta a_n$	19,04	1,47	18,03	0,96
$\Delta \bar{a}$	8,51	0,66	8,06	0,43
<b>A</b>	<b>470N ± 9N</b>	<b>20% ± 1%</b>	<b>425N ± 8N</b>	<b>25% ± 1%</b>



### Uparsie bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	495	24,0	460	29,0
2	500	23,0	480	29,0
3	470	21,0	470	28,0
4	480	24,0	480	31,0
5	480	23,0	475	29,5
$\bar{a}$	<b>485 N</b>	<b>23,0 %</b>	<b>473 N</b>	<b>29,3 %</b>
$\Delta a_n$	12,25	1,22	8,37	1,10
$\Delta \bar{a}$	5,48	0,55	3,74	0,49
<b>A</b>	<b>485N ± 6N</b>	<b>23% ± 1%</b>	<b>473N ± 4N</b>	<b>30% ± 1%</b>

### Uparsie oranžová

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	490	25,0	425	24,0
2	475	24,5	385	22,0
3	465	23,0	445	26,0
4	455	23,0	430	25,0
5	475	23,5	430	24,5
$\bar{a}$	<b>472 N</b>	<b>23,8 %</b>	<b>423 N</b>	<b>24,3 %</b>
$\Delta a_n$	13,04	0,91	22,53	1,48
$\Delta \bar{a}$	5,83	0,41	10,07	0,66
<b>A</b>	<b>472N ± 6N</b>	<b>24% ± 1%</b>	<b>423N ± 10N</b>	<b>24% ± 1%</b>

### Uparsineta černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	455	23,0	450	35,0
2	435	20,5	450	35,0
3	445	22,0	425	31,0
4	445	21,0	425	32,5
5	470	24,0	445	34,5
$\bar{a}$	<b>450 N</b>	<b>22,1 %</b>	<b>439 N</b>	<b>33,6 %</b>
$\Delta a_n$	13,23	1,43	12,94	1,78
$\Delta \bar{a}$	5,92	0,64	5,79	0,80
<b>A</b>	<b>450N ± 6N</b>	<b>22% ± 1%</b>	<b>439N ± 6N</b>	<b>34% ± 1%</b>

**Příloha 2** Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 24 hodin

UTT bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	460	21,5	425	27,5
2	430	20,5	410	27
3	440	20,5	415	26,5
4	450	21	430	28,5
5	460	22	440	28,5
$\bar{a}$	<b>448 N</b>	<b>21,1 %</b>	<b>424 N</b>	<b>27,6 %</b>
$\Delta a_n$	13,04	0,65	11,94	0,89
$\bar{\Delta a}$	5,83	0,29	5,34	0,40
<b>A</b>	<b>448N ± 5N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>424N ± 6N</b>	<b>28% ± 1%</b>

UTT červená

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	475	21,5	450	30
2	480	22	450	29
3	450	21	450	29,5
4	445	20,5	430	27,5
5	455	21	435	28,5
$\bar{a}$	<b>461 N</b>	<b>21,2 %</b>	<b>443 N</b>	<b>28,9 %</b>
$\Delta a_n$	15,57	0,57	9,75	0,96
$\bar{\Delta a}$	6,96	0,25	4,36	0,43
<b>A</b>	<b>461N ± 7N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>443N ± 5N</b>	<b>29% ± 1%</b>

UTT černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	450	21	385	25
2	425	19	395	25
3	460	21	380	25
4	450	21	395	25,5
5	455	21	420	27
$\bar{a}$	<b>448 N</b>	<b>20,6 %</b>	<b>395 N</b>	<b>25,5 %</b>
$\Delta a_n$	13,51	0,89	15,41	0,87
$\bar{\Delta a}$	6,04	0,40	6,89	0,39
<b>A</b>	<b>448N ± 6N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>395N ± 7N</b>	<b>26% ± 1%</b>

### Uparsie bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	395	20	360	25
2	390	18,5	350	24,5
3	410	19,5	350	24,5
4	410	20	350	24,5
5	415	20,5	380	24,5
$\bar{a}$	<b>404 N</b>	<b>19,7 %</b>	<b>358 N</b>	<b>24,6 %</b>
$\Delta a_n$	10,84	0,76	13,04	0,22
$\Delta \bar{a}$	4,85	0,34	5,83	0,10
<b>A</b>	<b>404N ± 5N</b>	<b>20% ± 1%</b>	<b>358N ± 6N</b>	<b>25% ± 1%</b>

### Uparsie oranžová

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	445	24	395	25
2	430	21	420	26
3	450	24,5	440	27,5
4	450	24	405	26
5	450	24	420	27
$\bar{a}$	<b>445 N</b>	<b>23,5 %</b>	<b>416 N</b>	<b>26,3 %</b>
$\Delta a_n$	8,66	1,41	17,10	0,97
$\Delta \bar{a}$	3,87	0,63	7,65	0,44
<b>A</b>	<b>445N ± 4N</b>	<b>24% ± 1%</b>	<b>416N ± 8N</b>	<b>26% ± 1%</b>

### Uparsineta černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	430	22,5	445	38
2	412	22	435	35
3	430	23	430	36
4	430	22	425	33
5	420	22,5	415	33
$\bar{a}$	<b>424,4 N</b>	<b>22,4 %</b>	<b>430 N</b>	<b>35,0 %</b>
$\Delta a_n$	8,17	0,42	11,19	2,12
$\Delta \bar{a}$	3,66	0,19	5,00	0,95
<b>A</b>	<b>425N ± 4N</b>	<b>23% ± 1%</b>	<b>430N ± 5N</b>	<b>35% ± 1%</b>

**Příloha 3** Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 48 hodin

UTT bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	410	21,5	425	27,5
2	400	19,5	450	28
3	425	21	390	26
4	445	22	435	28
5	425	20,5	425	27
$\bar{a}$	<b>421 N</b>	<b>21 %</b>	<b>425 N</b>	<b>27,3 %</b>
$\Delta a_n$	17,10	1,08	22,08	0,84
$\bar{\Delta a}$	7,65	0,48	9,87	0,37
<b>A</b>	<b>421N ± 8N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>425N ± 10N</b>	<b>27% ± 1%</b>

UTT červená

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	460	22,5	460	29,5
2	475	22,5	460	28
3	460	22	455	29
4	450	22	445	27,5
5	460	22,5	410	25,5
$\bar{a}$	<b>461 N</b>	<b>22,3 %</b>	<b>446 N</b>	<b>27,9 %</b>
$\Delta a_n$	8,94	0,27	21,04	1,56
$\bar{\Delta a}$	4,00	0,12	9,41	0,70
<b>A</b>	<b>461N ± 4N</b>	<b>22% ± 1%</b>	<b>446N ± 10N</b>	<b>28% ± 1%</b>

UTT černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	430	21	395	26
2	445	21,5	380	26
3	420	20	400	25,5
4	425	20,5	390	26
5	445	22	390	25,5
$\bar{a}$	<b>433 N</b>	<b>21 %</b>	<b>391 N</b>	<b>25,8 %</b>
$\Delta a_n$	11,51	0,79	7,42	0,27
$\bar{\Delta a}$	5,15	0,35	3,32	0,12
<b>A</b>	<b>433N ± 5N</b>	<b>21% ± 1%</b>	<b>391N ± 4N</b>	<b>26% ± 1%</b>

### Uparsie bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	250	14,5	185	16
2	265	14,5	185	15,5
3	260	14,5	185	16
4	265	14,5	225	18
5	295	16	230	18,5
$\bar{a}$	<b>267 N</b>	<b>14,8 %</b>	<b>202 N</b>	<b>16,8 %</b>
$\Delta a_n$	16,81	0,67	23,35	1,35
$\Delta \bar{a}$	7,52	0,30	10,44	0,60
<b>A</b>	<b>267N ± 8N</b>	<b>15% ± 1%</b>	<b>202N ± 11N</b>	<b>%17 ± 1%</b>

### Uparsie oranžová

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	455	24	395	26
2	455	23,5	375	25
3	425	22	405	26
4	450	24	380	25
5	460	23,5	395	26
$\bar{a}$	<b>449 N</b>	<b>23,4 %</b>	<b>390 N</b>	<b>25,6 %</b>
$\Delta a_n$	13,87	0,82	12,25	0,56
$\Delta \bar{a}$	6,20	0,37	5,48	0,24
<b>A</b>	<b>449N ± 6N</b>	<b>24% ± 1%</b>	<b>390N ± 6N</b>	<b>26% ± 1%</b>

### Uparsineta černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	430	25,5	420	34,5
2	425	25,5	415	32,5
3	420	23,5	380	29,5
4	410	25,5	400	30
5	435	25,5	405	32,5
$\bar{a}$	<b>424 N</b>	<b>25,1 %</b>	<b>404 N</b>	<b>31,8 %</b>
$\Delta a_n$	9,62	0,89	15,57	2,05
$\Delta \bar{a}$	4,30	0,40	6,96	0,92
<b>A</b>	<b>424N ± 5N</b>	<b>25% ± 1%</b>	<b>404N ± 7N</b>	<b>32% ± 1%</b>

**Příloha 4** Tabulky – Doba vystavení v přístroji UVCON – 72 hodin

UTT bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	425	20	400	26
2	405	18	410	27
3	425	19	425	28
4	440	20,5	435	28,5
5	425	20	420	28
$\bar{a}$	<b>424 N</b>	<b>19,5 %</b>	<b>418 N</b>	<b>27,5 %</b>
$\Delta a_n$	12,45	1,00	13,51	1,00
$\Delta \bar{a}$	5,57	0,45	6,04	0,45
<b>A</b>	<b>424N ± 6N</b>	<b>20% ± 1%</b>	<b>418N ± 6N</b>	<b>28% ± 1%</b>

UTT červená

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	455	20,5	395	25
2	460	20,5	405	25,5
3	445	20,5	420	26
4	445	20	425	26,5
5	420	19	435	26
$\bar{a}$	<b>445 N</b>	<b>20,1 N</b>	<b>416 N</b>	<b>25,8 N</b>
$\Delta a_n$	15,41	0,65	15,97	0,57
$\Delta \bar{a}$	6,89	0,29	7,14	0,25
<b>A</b>	<b>445N ± 7N</b>	<b>20% ± 1%</b>	<b>416N ± 7N</b>	<b>26% ± 1%</b>

UTT černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	395	18,5	360	24,5
2	430	19,5	365	24,5
3	425	19,5	375	25
4	440	20	340	23,5
5	400	18	370	25
$\bar{a}$	<b>418 N</b>	<b>19,1 %</b>	<b>362 N</b>	<b>24,5 %</b>
$\Delta a_n$	19,56	0,82	13,51	0,61
$\Delta \bar{a}$	8,75	0,37	6,04	0,27
<b>A</b>	<b>418N ± 9N</b>	<b>19% ± 1%</b>	<b>362N ± 6N</b>	<b>25% ± 1%</b>

### Uparsie bílá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	175	10,5	175	15
2	200	11,5	105	10,5
3	215	12,5	105	10,5
4	245	13	80	7
5	185	11	105	10,5
$\bar{a}$	<b>204 N</b>	<b>11,7 %</b>	<b>114 N</b>	<b>10,7 %</b>
$\Delta a_n$	27,48	1,04	35,78	2,84
$\Delta \bar{a}$	12,28	0,46	16,00	1,27
<b>A</b>	<b>204N ± 12N</b>	<b>12% ± 1%</b>	<b>114N ± 16N</b>	<b>11% ± 1%</b>

### Uparsie oranžová

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	470	22,5	425	27
2	460	22,5	395	26
3	450	22,5	395	26
4	470	23	410	26,5
5	450	22	395	26,5
$\bar{a}$	<b>460 N</b>	<b>22,5 %</b>	<b>404 N</b>	<b>26,4 %</b>
$\Delta a_n$	10,00	0,35	13,42	0,42
$\Delta \bar{a}$	4,47	0,16	6,00	0,19
<b>A</b>	<b>460N ± 5N</b>	<b>23% ± 1%</b>	<b>404N ± 6N</b>	<b>27% ± 1%</b>

### Uparsineta černá

Číslo zkoušky	Osnova		Útek	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	445	25	395	28
2	450	24,5	370	26,5
3	435	24	355	25
4	415	22	350	25
5	400	21	380	28
$\bar{a}$	<b>429 N</b>	<b>23,3 %</b>	<b>370 N</b>	<b>26,5 %</b>
$\Delta a_n$	21,03	1,72	18,37	1,5
$\Delta \bar{a}$	9,41	0,77	8,22	0,67
<b>A</b>	<b>430N ± 10N</b>	<b>23% ± 1%</b>	<b>370N ± 8N</b>	<b>27% ± 1%</b>

## Příloha 5 Tabulky – Pevnosti švů

### Základní pevnost

Číslo zkoušky	2 operace		1 operace	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	375	19	370	19
2	370	18	380	19,5
3	395	20	395	20
4	380	19,5	370	19
5	375	19,5	385	20
$\bar{a}$	<b>379 N</b>	<b>19,2 %</b>	<b>380 N</b>	<b>19,5 %</b>
$\Delta a_n$	9,62	0,76	10,61	0,5
$\bar{\Delta a}$	4,30	0,34	4,74	0,22
<b>A</b>	<b>380N ± 5N</b>	<b>19% ± 1%</b>	<b>380N ± 5N</b>	<b>20% ± 1%</b>

### Doba vystavení v přístroji UVCON – 24 hodin

Číslo zkoušky	2 operace		1 operace	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	310	16,5	325	18
2	340	18	320	18,5
3	390	21	345	19,5
4	335	18	345	20
5	330	17,5	340	19
$\bar{a}$	<b>341 N</b>	<b>18,2 %</b>	<b>335 N</b>	<b>19 %</b>
$\Delta a_n$	29,66	1,68	11,73	0,79
$\bar{\Delta a}$	13,27	0,75	5,24	0,35
<b>A</b>	<b>341N ± 13N</b>	<b>18% ± 1%</b>	<b>335N ± 5N</b>	<b>19% ± 1%</b>

### Doba vystavení v přístroji UVCON – 48 hodin

Číslo zkoušky	2 operace		1 operace	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	355	19,5	300	17,5
2	340	18	300	18,5
3	325	17,5	315	18,5
4	320	17	310	18
5	340	18	365	20,5
$\bar{a}$	<b>336 N</b>	<b>18 %</b>	<b>318 N</b>	<b>18,6 %</b>
$\Delta a_n$	13,87	0,94	27,06	1,14
$\bar{\Delta a}$	6,20	0,42	12,10	0,51
<b>A</b>	<b>336N ± 6N</b>	<b>18% ± 1%</b>	<b>318N ± 12N</b>	<b>19% ± 1%</b>



Doba vystavení v přístroji UVCON – 72 hodin

Číslo zkoušky	2 operace		1 operace	
	Pevnost [N]	Tažnost (%)	Pevnost [N]	Tažnost (%)
1	325	17	290	17
2	320	17	305	18
3	310	16,5	x	x
4	345	18	300	17,5
5	330	18,5	340	19,5
$\bar{a}$	<b>326 N</b>	<b>17,4 %</b>	<b>309 N</b>	<b>18 %</b>
$\Delta a_n$	12,94	0,82	21,75	1,08
$\Delta \bar{a}$	5,79	0,37	10,87	0,54
<b>A</b>	<b>326N ± 6N</b>	<b>18% ± 1%</b>	<b>309N ± 11N</b>	<b>18% ± 1%</b>

Pozn. x- v tomto případě došlo k přetrhu samotné textilie, nikoliv švu

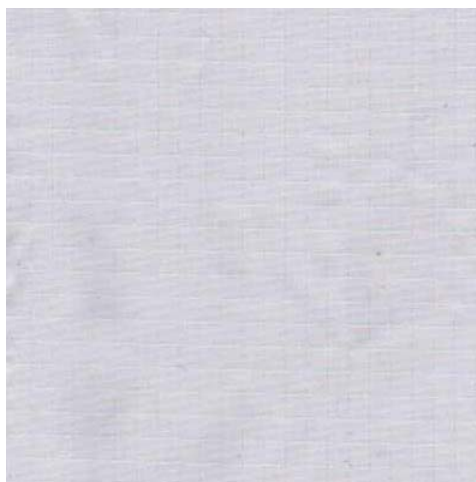
## Příloha 6

### Vzorek materiálu

Textilie: 100% PA 6,

Druh: UTT

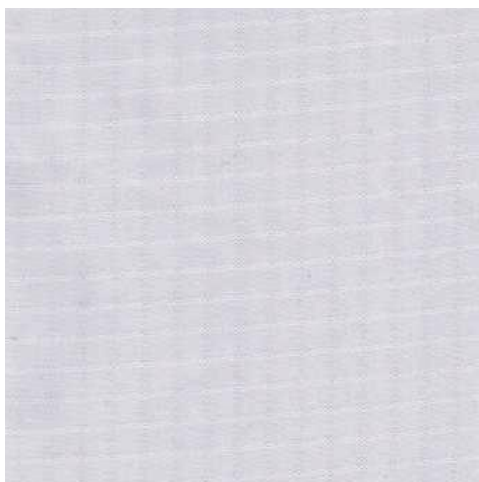
Barva: bílá



100% PA 6.6,

Druh: Uparsie

Barva: bílá



## Příloha 7

### Vzorek materiálu

Textilie: 100% PA 6,

Druh:

UTT

Barva:

červená



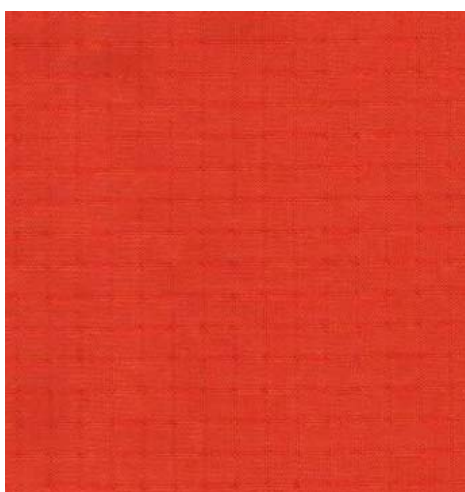
100% PA 6.6,

Druh:

Uparsie

Barva:

oranžová



## Příloha 8

Vzorek materiálu

Textilie: 100% PA 6,

Druh: UTT

Barva: černá



100% PA 6.6,

Druh: Uparsineta

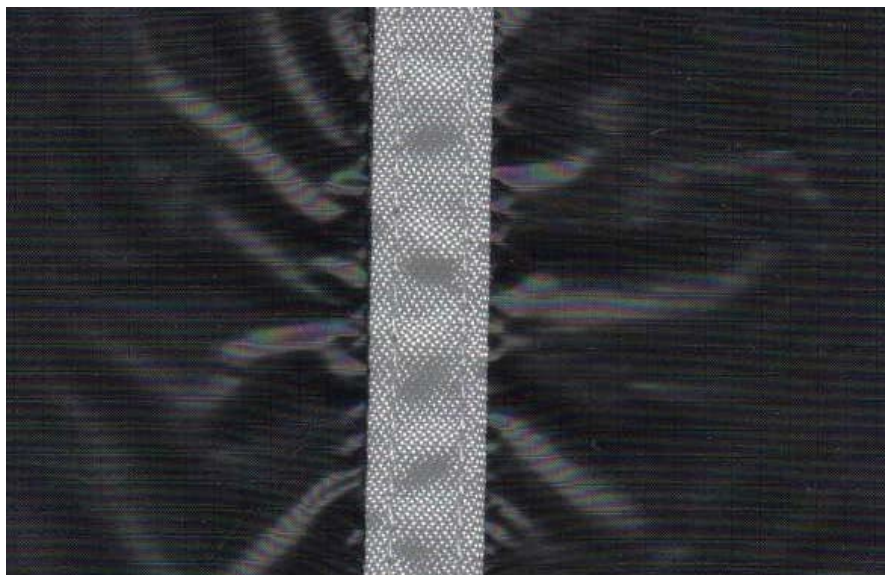
Barva: černá



## Příloha 9

Vzorek švu – Typ technologie: 2 operace

Textilie:	100% PA 6,	Druh:	UTT
Lemovka:	100% PA,	Šířka:	13mm
Nit:	100% PA	Druh:	BONDED NYLON



## Příloha 10

Vzorek švu – Typ technologie: 1 operace

Textilie:	100% PA 6,	Druh:	UTT
Lemovka:	100% PA,	Šířka:	13mm
Nit:	100% PA	Druh:	BONDED NYLON

